



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт машиностроения  
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. зав. кафедрой \_\_\_\_\_ А.В.Бобровский

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

**ЗАДАНИЕ**

**на выполнение выпускной квалификационной работы**

**(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение**

**машиностроительных производств»**

**профиль «Технология машиностроения»**

Студент \_\_\_\_\_ Синькевич Дмитрий Иванович \_\_\_\_\_ гр. ТМбз-1132

1. Тема Разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни поворотного  
стола

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе материалы преддипломной  
практики, чертеж детали, программа выпуска  $N_2 = 10\ 000$  дет/год

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

*Титульный лист.*

*Задание. Аннотация. Содержание.*

*Введение, цель работы*

*1) Описание исходных данных*

*2) Технологическая часть работы*

*3) Проектирование приспособления*

*4) Проектирование режущего инструмента*

*5) Безопасность и экологичность технического объекта*

*6) Экономическая эффективность работы*

*Заключение. Список используемой литературы.*

*Приложения: технологическая документация*

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа направлена на разработку технологического процесса изготовления вала-шестерни привода поворотного стола. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами. В работе спроектировано усовершенствованное зажимное устройство – тиски гидрозажимные. Разработана конструкция режущего инструмента – сверло спиральное. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Выпускная работа состоит из ..... страниц расчетно-пояснительной записки. Графическая часть составляет 7 листов формата А1.

# СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
АННОТАЦИЯ	3
ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Назначение и условия работы детали	7
1.2 Систематизация поверхностей детали	8
1.3 Анализ технологичности детали	9
1.4 Формулировка задач работы	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	13
2.1 Определение типа производства	13
2.2 Выбор метода получения заготовки	14
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	20
2.4 Расчет припусков	21
2.5 Проектирование заготовки	26
2.6 Разработка технологического маршрута	27
2.7 Обоснование схем базирования и разработка плана обработки	28
2.8 Выбор средств технологического оснащения	29
2.9 Расчёт режимов обработки	35
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ	56
3.1 Выбор схемы базирования заготовки	57
3.2 Выбор конструкции установочных элементов	58
3.3 Расчёт сил резания	59
3.4 Выбор схемы закрепления заготовки и расчёт усилия зажима	59
3.5 Выбор конструкции и расчёт силового привода	60
3.6 Расчёт погрешности установки	61
3.7 Описание устройства и принципа действия приспособления	62
4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	63
4.1 Выбор режущего инструмента	63

4.2 Расчёт хвостовой части сверла

64

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО  
ОБЪЕКТА

6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

## ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Повышение производительности и качества изготовления изделий машиностроения на современном этапе требует постоянного совершенствования технологических процессов изготовления деталей, входящих в них.

Решение этой задачи возможно только при условии применения в технологических процессах современного высокопроизводительного оборудования (станков с ЧПУ, многоцелевых станков), прогрессивного режущего инструмента, работающего на оптимальных режимах резания, и механизированной технологической оснастки. Технологические процессы должны сводиться к минимуму применение ручного труда при изготовлении деталей.

Сейчас в мировой практике всё шире используются скоростные методы металлообработки (скоростное шлифование, точение, фрезерование и др.), требующие решения нестандартных вопросов при проектировании оснастки, выборе режимов резания с использованием математических моделей процесса резания.

Актуальным является оснащение оснасткой всех видов работ, связанных с изготовлением детали (изготовление, контроль, сборка).

Целью предлагаемой бакалаврской работы является усовершенствование технологического процесса изготовления вала-шестерни привода поворотного стола.

# 1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Назначение и условия работы детали.

Деталь – вал-шестерня предназначена для передачи крутящего момента от электродвигателя, через шпонку, зафиксированную в шпоночном соединении вала электродвигателя и отверстия вала привода. Передача крутящего момента так же осуществляется за счёт зубьев расположенных на цилиндрической поверхности вала на промежуточный вал. С правого торца так же расположено отверстие с пазом для крепления шпонки и передачи крутящего момента на вал масляного насоса, который обеспечивает смазку подшипников маслом по трубопроводу.

Работа вала-шестерни происходит в условиях действия касательных напряжений и крутящего момента. Служебное назначение и условия работы вала-шестерни подразумевают использование материала, от которого требуется ударная прочность.

В качестве материала заготовки выбрана сталь 19ХГН. Основные характеристики [1]: хорошая обрабатываемость; предел текучести–  $\sigma_T = 225$  МПа; временное сопротивление разрыву  $\sigma_B = 840$  МПа, плотность материала –  $\rho = 7,85$  Мг/м<sup>3</sup>., заложено требование цементации вала привода.

Материал детали легко поддается лезвийной обработке, пластическому деформированию, после термообработки имеет твердость поверхности

58 HRC, сердцевины - 32...45 HRC.

Таблица 1.1 - Физические свойства стали 19 ХГН

Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Предел текучести $\sigma_T$ , МПа	Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа
$7,85 \cdot 10^3$	225	840

Химический состав материала представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 - Химический состав стали 19ХГН

Химический состав, %							
Cr	Si	Mn	S	P	C	Ni	Cu
0,37-0,45	0,17-0,37	0,50-0,80	≤0,040	≤0,040	≤0,25	≤0,25	≤0,25

### 1.2 Систематизация поверхностей детали.

Целью систематизации поверхностей детали является выявление поверхностей, имеющих определяющее значение для качественного выполнения детали своего служебного назначения.

Кодированный чертеж поверхностей вала приводного приведен на рисунке 1.1. Систематизация поверхностей приведена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Систематизация поверхностей вала-шестерни.

Вид поверхности	Номера поверхностей
Исполнительные поверхности	8,9, 11,26,28,30,32
Основные конструкторские базы	2,10
Вспомогательные конструкторские базы	3,4,5,29,33
Свободные поверхности	6,7,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,27,3131



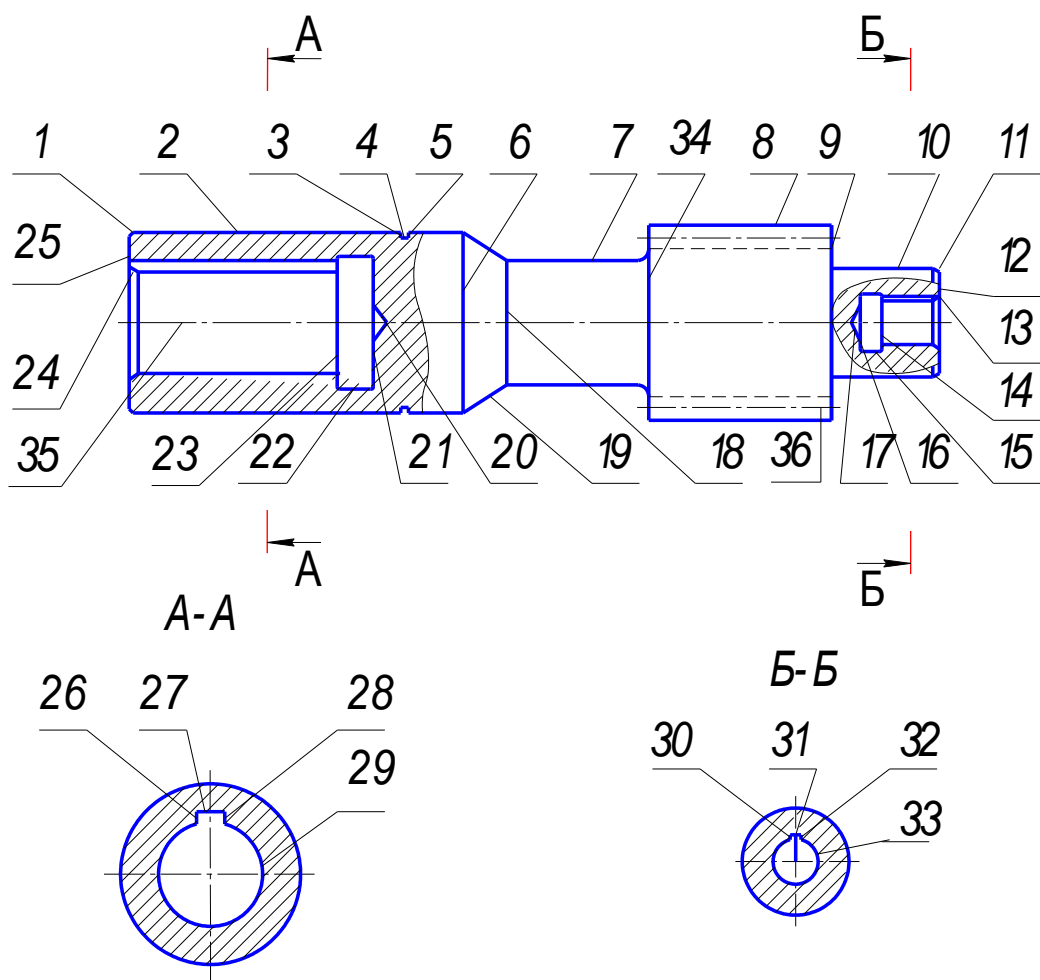


Рис.1.1. Систематизация поверхностей детали

### 1.3 Анализ технологичности детали.

Анализ технологичности конструкции вала привода будем проводить по следующим группам критериев:

- технологичность заготовки;
- технологичность конструкции детали в целом;
- технологичность базирования и закрепления;
- технологичность обрабатываемых поверхностей.

Заготовка обеспечивает следующие критерии технологичности:

- обрабатываемость заготовки (сталь – обрабатываемость материала – хорошая);
- возможность получения заготовки рациональным способом (штамповка на ГKM и прокат).

Конструкция детали обеспечивает следующие критерии технологичности:

– использование стандартных и унифицированных элементов (заготовка отвечает данным критериям, т.к. выполнена из простых конструкторских элементов по стандарту);

– применение типового технологического процесса;

– доступ к местам контроля.

Технологичность базирования и закрепления:

– наличие опорных поверхностей;

– совпадение технологических и измерительных баз;

– точность и шероховатость базовых поверхностей.

Технологичность обрабатываемых поверхностей:

– поверхности разделены по своим назначениям;

– точность и шероховатость достаточны для выполнения деталями своих функций;

– возможность выхода инструмента.

Вал-шестерня изготовлена из легированной стали 19ХГН и проходит термическую обработку. Заготовка имеет простую форму, что позволяет получать ее штамповкой или прокатом. Заготовка подвергается изотермической обработке (НВ 146...200).

С левого торца так же расположено отверстие с пазом для крепления шпонки и передачи крутящего момента с вала электродвигателя на вал-шестерню.

С правого торца расположено отверстие с пазом для крепления шпонки и передачи крутящего момента на вал масляного насоса, который обеспечивает смазку подшипников маслом по трубопроводу.

Деталь имеет одну зубчатую поверхность, зубья которой передают вращательный момент на промежуточный вал поворотного стола.

Конструкция детали позволяет соблюдать принципы единства и постоянства технологических и измерительных баз. Конструкция детали

позволяет устанавливать ее в приспособления станков без затруднений. Обрабатываемые поверхности легко доступны инструменту.

В процессе эксплуатации узел испытывает температурные деформации при наличии большой разницы скоростей.

Конструкция детали обеспечивает в целом свободный доступ инструмента при любом виде механической обработки к обрабатываемым поверхностям. Это позволяет использовать в основном стандартный тип инструмента. Форма расположения поверхностей вала-шестерни обеспечивает свободный доступ к обрабатываемой поверхности измерительных инструментов.

Таким образом, деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет базовые поверхности, при помощи которых погрешность базирования будет иметь минимальные значения не превышающих допуски на изготовление вала привода.

#### 1.4 Формулировка задач работы.

В результате анализа исходных данных сформулируем следующие задачи, которые обеспечивали бы заданный выпуск 10 000 шт. деталей вал-шестерня заданного качества с наименьшими затратами путем разработки технологического процесса:

1) Выбрать методы получения заготовки и обработки поверхностей вала-шестерни, обеспечивающие минимум суммарных затрат на получение заготовки и ее обработку, рассчитать припуски на обработку и спроектировать заготовку.

2) Разработать оптимальный технологический маршрут.

3) Разработать такие схемы базирования заготовки на каждой операции, которые обеспечивают минимальную погрешность обработки и составить план обработки.

4) Выбрать для каждой операции технологического процесса такое оборудование, приспособления, режущий инструмент и средства контроля,

которые бы обеспечили заданный выпуск деталей необходимого качества с минимальными затратами.

5) Разработать технологические операции – определить их содержание, режимы резания и нормы времени.

6) Спроектировать станочное приспособление на центrovально-подрезную операцию.

7) Проанализировать технологический процесс с точки зрения возникновения опасных и вредных факторов, принять меры по их устранению или защите от их действия.

8) Определить экономическую эффективность изменений, внесенных в технологический процесс.

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

### 2.1 Определение типа производства.

Можно сказать, что тип производства зависит от двух факторов заданной программы выпуска и трудоёмкости изготовления детали. Нередко трудоёмкость (при определении типа производства) выражают через массу детали.

В данном случае, исходными данными, определяющими тип производства, является масса детали и заданная программа выпуска. Масса нашей детали:  $m = 2,57 \text{ кг}$ , а заданная программа выпуска детали – 10 000 штук в год.

По таблице [2] определим тип производства. Для массы детали до 8 кг и при  $N_{г} = 5000-20000$  штук в год получаем среднесерийное производство.

В зависимости от типа производства выберем оптимальную стратегию разработки техпроцесса – принципиальный подход к определению его составляющих (показателей техпроцесса), способствующий обеспечению заданного выпуска деталей, заданного качества с наименьшими затратами.

Таблица 2.1 - Стратегия разработки ТП

Показатель ТП.	Средне-серийный тип производства.
1. Форма организации.	Переменно-поточная.
2. Повторяемость изделий.	Периодическое повторение партий.
3. Унификация ТП.	Разработка специальных ТП на базе типовых.
4. Вид стратегии разработки ТП.	Все виды.
5. Заготовка.	Профильный прокат, литьё в кокиль, горячая штамповка.
6. Припуск на обработку.	Незначительный.
7. Расчёт припусков.	Подробный, по переходам.
8. Оборудование.	Универсальное, отчасти специализированное.
9. Загрузка оборудования.	Периодическая смена деталей на станках.
10. Коэфф. закрепления операций.	Свыше 1 до 20.
11. Расстановка оборудования	С учётом характерного направления грузопотоков.

Продолжение табл. 2.1

12. Настройка станков.	По измерительным инструментам и приборам.
13. Оснастка.	Универсальная и специальная.
14. Подробность заготовки.	Операционные карты.
15. Расчёт режимов резания.	По отраслевым нормативам и эмпирическим формулам.
16. Нормирование.	Детальное, пооперационное.
17. Квалификация рабочих.	Невысокая.

## 2.2 Выбор метода получения заготовки.

Метод получения заготовки определяют в зависимости от свойств обрабатываемого материала, типа детали, сложности формы детали, типа производства.

Данный вал привода имеет среднюю сложность формы, его изготавливают в среднесерийном производстве из легированной стали 19ХГН. Пользуясь источником [2], мы определим, что для данных условий оптимальными методами получения заготовки являются штамповка и прокат.

Для определения рационального метода получения заготовки воспользуемся технико-экономическим анализом, методика приведена в [3].

Для этого сравним себестоимости получения заготовки двумя методами:

- 1) штамповкой на КГШП;
- 2) получение заготовки из проката.

Вариант 1. Заготовка изготовлена методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Класс точности поковки Т2 по ГОСТ 7505-85.

Определим расчетную массу поковки по формуле (2.1):

$$M_{з.р.} = M_d \cdot K_p, \quad (2.1)$$

где  $K_p$  - расчетный коэффициент,  $K_p=1,3$ ;

$M_d$ -масса детали,  $M_d=0,4$  кг;

$$M_{з.р.} = 2,57 \cdot 1,3 = 3,34 \text{ кг.}$$

Определим степень сложности, в зависимости от отношения массы заготовки к массе простейшей описанной фигуры (в нашем случае цилиндр) по формуле (2.2):

$$C = \frac{M_3}{M_\Phi}, \quad (2.2)$$

где  $M_3$ -масса заготовки,  $M_3 \approx 3,34$  кг;

$$M_\Phi = \pi R^2 h \rho, \quad (2.3)$$

где,  $\rho$ - плотность материала детали,  $\rho = 7,85$  г/см<sup>3</sup>;

$$M_\Phi = 3,14 \cdot 0,27^2 \cdot 2,24 \cdot 7,85 = 4,03 \text{ кг.}$$

$$C = \frac{3,34}{4,03} = 0,83; \text{ следовательно степень сложности } C4. [4]$$

Определим припуски на номинальные размеры детали и допуски на размеры штампованной заготовки по таблицам источника [4] и занесем их в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 - Допуски и припуски

Размер, мм	Ø50	Ø30	Ø54	30	51	224
Припуск на сторону, мм	2,3	2,3	2,4	2,3	2,4	2,7
Допуск, мм	+1,5 -0,7	+1,5 -0,7	+1,5 -0,7	+1,5 -0,7	+1,5 -0,7	+1,9 -1,0

На основании принятых припусков на размеры детали определяем расчетные размеры заготовки.

$$D_{p50} = 50 + 4,6 = 54,6, \text{ мм};$$

$$D_{p30} = 30 + 4,6 = 34,6, \text{ мм};$$

$$D_{p54} = 54 + 4,8 = 58,8, \text{ мм};$$

$$L_{p30} = 30 - 2,3 = 27,7, \text{ мм};$$

$$L_{p51} = 51 + 4,8 = 55,8, \text{ мм};$$

$$L_{p224} = 224 + 5,4 = 229,4, \text{ мм.}$$

Определим общий объем заготовки по формуле (2.4)

$$V_3 = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 \quad (2.4)$$

$$V_{з1} = \left( \frac{\pi \cdot 273^2}{4} \cdot 3,14 \cdot 1,454 \right) + \left( \frac{\pi \cdot 294^2}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,558 \right) + \left( \frac{\pi \cdot 173^2}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,323 \right) =$$

$$= 0,34 + 0,15 + 0,03 = 0,52, \text{ см}^3.$$

Определим массу штампованной заготовки по формуле (2.5)

$$M_з = V_з \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где  $V_з$  - объем заготовки,

$\rho$  - плотность материала детали, для стали  $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$ .

$$M_{з1} = 0,52 \cdot 7,85 = 4,0 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала по формуле (2.6)

$$K_m = m_{\text{дет}}/m_{\text{заг}}, \quad (2.6)$$

$$K_{m1} = 2,57/4,0 = 0,64.$$

С учётом всех выше найденных условий по ГОСТ 7505 – 85 определяем индекс заготовки:  $U = 7$  [4].

Вариант 2. Заготовка из проката. Устанавливаем предварительный маршрутный технологический процесс обработки поверхности детали диаметром  $54_{-0,2}^{+0,1}$  мм, поверхность 6. Метод обработки поверхности 6, в зависимости от заданного качества точности и шероховатости поверхности, выбираем по [5]: Т-Тч-Зф-ТО-Зш. На основании принятых припусков на размеры детали определяем расчетные размеры заготовки:

Расчетный размер заготовки:

$$D_{р.з} = 54 + 3,0 + 0,9 + 0,3 = 58,2 \text{ мм.}$$

По расчетным данным заготовки выбираем необходимый размер горячекатанного проката обычной точности по ГОСТ 2590-71 [6]: сталь горячекатанная круглая обычной точности диаметром  $60_{-0,8}^{+1,6}$ .

Общая длина заготовки:

$$L_{з.р} = 224 + 5,4 = 229,4, \text{ мм};$$

Общую длину заготовки округляем до целых единиц:

$$L_з = 230_{-0,9}^{+1,7}, \text{ мм.}$$



Определяем объём заготовки из проката:

$$V_{з2} = \pi \cdot 3,14 \cdot 230^2 = 649980 \text{ см}^3$$

Определим массу заготовки из проката по формуле (2.5)

$$M_3 = V_3 \cdot \rho, \quad (2.5)$$

где  $V_3$  - объём заготовки,

$\rho$  - плотность материала детали, для стали  $\rho = 7,85 \text{ г/см}^3$ .

$$M_{з2} = 649980 \cdot 7,85 = 6,0 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала по формуле (2.6)

$$K_M = m_{\text{дет}}/m_{\text{заг}}, \quad (2.6)$$

$$K_{M2} = 2,57/6 = 0,43$$

Таблица 2.3 - Показатели двух методов получения заготовки

Показатели	Штамповка на ГКМ	Прокат 60×230
Класс точности	T2	-
Группа сложности	C3	-
Масса заготовки, кг	4,0	6,0
Коэф. использования материала	0,64	0,43

Для принятия окончательного решения проведем экономический расчет себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Определение затрат на изготовление заготовки-штамповки на горизонтально-ковочной машине.

Стоимость заготовки – штамповки<sup>1</sup>, определим по формуле (2.7):

$$C_{\text{заг. полная}} = C_{\text{шт.}} \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_P \cdot M_3 \quad (2.7)$$

где,  $M_3$  – масса штамповки ( $M_{з1} = 4,0 \text{ кг}$ );

$C_{\text{шт}}$  – базовая стоимость одного кг штамповочных заготовок, по [7], принимаем  $C_{\text{шт.}} = 0,315 \text{ руб.};$ );

$k_T$  – коэффициент, зависящий от класса точности (зная, что заготовка выполнена по второму классу точности, по [7], принимаем  $k_T = 0,9$ );

$k_c$  – коэффициент, зависящий от марки материала и группы сложности штамповки (зная, что штамповка выполнена из стали и принадлежит к второй группе сложности, то по [7], принимаем  $k_c = 0,88$ );

$k_b$  – коэффициент, зависящий от марки материала и массы штамповки (зная, что заготовка выполнена из стали 19ХГН и её масса—4,0кг –  $k_b = 1,0$ ;

$k_m$  – коэффициент, зависящий от марки материала штамповки (зная марку материал сталь 19ХГН, по [7], принимаем  $k_m = 1,18$ );

$k_n$  – коэффициент, зависящий от марки материала и группы серийности (зная, что наша штамповка относится к первой группе серийности и выполнена из стали 19ХГН, то по [7], принимаем  $k_n = 1,0$ ).

Определим стоимость заготовки полученной штамповкой на горизонтально-ковочной машине по формуле (2.7):

$$C_{\text{заг. полная1}} = C_{\text{шт.}} \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_m \cdot k_n \cdot M_{31} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,88 \cdot 1,0 \cdot 1,18 \cdot 1,0 \cdot 4,0 = 1,17 \text{руб.}$$

Определение затрат на изготовление заготовки из проката.

Стоимость заготовки из проката определим по формуле (2.8):

$$C_{\text{заг. полная}} = C_{\text{п.р.}} \cdot K_{\text{ф}} \cdot M_3 \quad (2.8)$$

где,  $M_3$  – масса заготовки из проката ( $M_{32} = 6,0$  кг);

$C_{\text{шт.}}$  – базовая стоимость одного кг материала заготовки, (по [7], принимаем  $C_{\text{шт.}} = 0,14$  руб.);

$K_{\text{ф}}$  – коэффициент, учитывающий форму заказа металлопроката (для проката нормальной длины, по [7], принимаем  $K_{\text{ф}} = 1,0$ );

Определим стоимость заготовки из проката по формуле (2.8):

$$C_{\text{заг. полная2}} = C_{\text{п.р.}} \cdot K_{\text{ф}} \cdot M_{32} = 0,14 \cdot 1,0 \cdot 6,0 = 0,84 \text{руб.}$$

Расчет технологической себестоимости заготовки.

Вариант 1. Заготовка изготовлена методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Технологическую себестоимость заготовки рассчитаем по формуле (2.9):

$$C_T = C_{\text{заг. полная}} + C_{\text{мех}} \cdot (Q - q) - C_{\text{отх.}} \cdot (Q - q) \quad (2.9)$$

где,  $C_T$  – технологическая себестоимость заготовки;

$C_{\text{заг. полная}}$  – стоимость всей заготовки;

$Q$  – масса заготовки ( $Q_1 = 4,0$  кг);

$q$  – масса детали ( $q = 2,57$  кг);

$C_{\text{отх.}}$  – стоимость одного кг отходов, в зависимости от типа отходов (в нашем случае, отходы стальной стружки, тогда по [7]  $C_{\text{отх.}} = 0,0298$  руб./кг);

$C_{\text{мех}}$  – стоимость механической обработки определяем по формуле (2.10)

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k \quad (2.10)$$

где,  $C_c$  – текущие затраты на 1 кг стружки, (по [2],  $C_c = 0,563$  руб./кг);

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, (по [7],  $E_n = 0,2$ );

$C_k$  – капитальные затраты на 1 кг стружки, (по [7],  $C_k = 1,0$  руб./кг);

Определяем стоимость механической обработки по формуле (2.10):

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k = 0,563 + 0,2 \cdot 1,0 = 0,763, \text{ руб/кг};$$

Технологическую себестоимость заготовки рассчитаем по формуле (2.9):

$$C_{T1} = C_{\text{заг. полная1}} + C_{\text{мех}} \cdot (Q_1 - q) - C_{\text{отх.}} \cdot (Q_1 - q) = 1,17 + 0,763 \cdot (4,0 - 2,57) - 0,0298 \cdot (4,0 - 2,57) = 2,22, \text{ руб.}$$

Вариант 2. Заготовка из проката.

Технологическую себестоимость заготовки рассчитаем по формуле (2.9):

$$C_{T2} = C_{\text{заг. полная2}} + C_{\text{мех}} \cdot (Q_1 - q) - C_{\text{отх.}} \cdot (Q_1 - q) = 0,8 + 0,763 \cdot (6,0 - 2,57) - 0,0298 \cdot (6,0 - 2,57) = 3,31, \text{ руб.}$$

Таким образом, по технологической себестоимости наиболее экономичным является вариант изготовления детали из заготовки, полученной штамповкой.

Ожидаемая годовая экономия при изготовлении детали из заготовки, полученной штамповкой, по сравнению с изготовлением детали из проката будет равной:

$$\mathcal{E}_Г = (C_{Г1} - C_{Г2}) \cdot N_Г = (3,31 - 2,22) \cdot 10000 = 10900, \text{ руб.}$$

### 2.3 Выбор методов обработки поверхностей.

В зависимости от шероховатости поверхности, а также от служебного назначения поверхности определяют последовательность обработки.

Последовательность обработки каждой поверхности детали представлена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Последовательность обработки поверхностей

№	№ пов-ти	IT	Ra, мкм	Маршрут обработки поверхности
1	33,29 13,15,22,24	9 10	2,5 6,3	Центровально-подрезная
2	7, 34	10	6,3	Токарная черновая, Токарная чистовая
3	1,2,3,4,5,6,8,9,10,11	8	3,2	Токарная черновая, Токарная чистовая
4	8	7	1,225	Зубофрезерная, Зубошлифовальная
5	13,24	7	1,25	Центрошлифовальная
6	29,33	7	1,25	Внутришлифовальная, Внутришлифовальная чистовая
7	9,10	7	0,8	Токарная черновая, Токарная чистовая, Торцекруглошлифовальная, Торцекруглошлифовальная чистовая

Продолжение табл. 2.4

8	2	6	0,32	Токарная черновая, Токарная чистовая, Круглошлифовальная, Полировальная
9	26,27,28,30,31,32	8	2,0	Долбежная

#### 2.4 Расчет припусков.

Припуск – слой материала, удаляемый с поверхности заготовки при обработке. Расчет припусков состоит в определении толщины этого слоя. Припуск должен быть минимальным, чтобы уменьшить количество снимаемого материала и расходы на обработку, и в то же время достаточным, чтобы исключить появление на обработанной поверхности дефектов (повышенной шероховатости, черноты, отбеленного слоя и т.п.) черновых операций.

При данном способе получения заготовки – штамповка, на базовый размер наружной поверхности  $\varnothing 50_{k6}$ , который является основным, определяем припуск на цилиндрическую поверхность расчетно-экономическим способом, а остальные припуски назначаем по таблицам.

Исходные данные:

$$1. D = 50^{(+0,018}_{+0,002}) \text{ мм}; L = 35; Ra = 0,32 \text{ мкм.}$$

На данную поверхность назначаем переходы:

- 1) токарная черновая обработка;
- 2) токарная чистовая обработка;
- 3) шлифование черновое;
- 4) шлифование чистовое;
- 5) полирование.

Результаты расчетов занесем в таблицу 2.5, начиная с заготовительной операции.

Для каждого перехода определяем суммарную величину

$$a = R_z + h_{\partial},$$

где  $R_z$  – максимальная высота неровностей профиля поверхности, мм;

$h_{\partial}$  – глубина дефектного слоя, мм.

Значения заносим в графу 5 таблицы 2.5.

По формуле

$\Delta = 0,25 \cdot Td$  определяем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей после обработки на каждом переходе:

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,5 = 0,375, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,300 = 0,075, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,120 = 0,030, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,046 = 0,012, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004, \text{ мм.}$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,016 = 0,004, \text{ мм.}$$

Определяем погрешность установки  $\varepsilon$  заготовки в приспособлении на каждом переходе. В нашем случае до термообработки заготовка устанавливается в трехкулачковом самоцентрирующем патроне, так как присутствуют большие силы резания и обеспечивается достаточная точность.

Определяем предельные значения припусков на обработку для каждого перехода, кроме 0 и ТО.

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}.$$

Здесь  $i$  – параметр, который указывает на выполняющийся в настоящее время переход;

( $i-1$ ) – относится к предыдущему переходу.

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,375^2 + 0,025^2} = 0,776, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0} = 0,275, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{\Delta_{\partial 0}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,019^2 + 0^2} = 0,119, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\sigma_{d_3}^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,012^2 + 0} = 0,042, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{\sigma_{d_4}^2 + \varepsilon_5^2} = 0,015 + \sqrt{0,004^2 + 0} = 0,019, \text{ мм.}$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(\sigma_{d_{i-1}} + Td_i)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(\sigma_{d_0} + Td_1) = 0,776 + 0,5(5 + 0,30) = 1,676, \text{ мм.}$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(\sigma_{d_1} + Td_2) = 0,275 + 0,5(0,30 + 0,074) = 0,462, \text{ мм.}$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(\sigma_{d_2} + Td_3) = 0,119 + 0,5(0,074 + 0,046) = 0,179, \text{ мм.}$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(\sigma_{d_3} + Td_4) = 0,042 + 0,5(0,046 + 0,016) = 0,073, \text{ мм.}$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(\sigma_{d_4} + Td_5) = 0,018 + 0,5(0,016 + 0,016) = 0,034, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графы 8 и 9 таблицы, округляя их в сторону увеличения до того знака после запятой, с каким задан допуск на размер для данного качества точности.

$$d_{5\min} = 50,002 \text{ мм.}$$

$$d_{5\max} = 50,018 \text{ мм.}$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2Z_{5\min} = 50,018 + 2 \cdot 0,019 = 50,056, \text{ мм.}$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_5 = 50,056 + 0,016 = 50,072, \text{ мм.}$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 50,072 + 2 \cdot 0,042 = 50,156, \text{ мм.}$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 50,156 + 0,016 = 50,172, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 50,172 + 2 \cdot 0,046 = 50,264, \text{ мм.}$$

$$d_{T0\max} = d_{T0\min} + Td_{T0} = 50,264 + 0,120 = 50,384, \text{ мм.}$$

$$d_{2\min} = d_{T0\min} - 0,999 = 50,384 - 0,999 = 50,334, \text{ мм.}$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 50,334 + 0,074 = 50,408, \text{ мм.}$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 50,408 + 2 \cdot 0,275 = 50,958, \text{ мм.}$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 50,958 + 0,30 = 51,258, \text{ мм.}$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 51,258 + 2 \cdot 0,776 = 52,810, \text{ мм.}$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 52,810 + 1,5 = 54,310, \text{ мм.}$$

Округляем значения  $d_{\min}$  и  $d_{\max}$  в сторону увеличения и заносим в графы 11 и 12 таблицы.

Определяем средние значения размера для каждого перехода по формуле

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min})$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(4,31 + 52,81) = 53,56, \text{ мм.}$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(1,258 + 50,958) = 51,108, \text{ мм.}$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(0,408 + 50,334) = 50,371, \text{ мм.}$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(0,264 + 50,384) = 50,319, \text{ мм.}$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(0,172 + 50,156) = 50,164, \text{ мм.}$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(0,072 + 50,056) = 50,064, \text{ мм.}$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(0,018 + 50,002) = 50,010, \text{ мм.}$$

Значения заносим в графу 13 таблицы.

Определяем общий припуск на обработку по формулам

$$2Z_{\min} = d_{0\min} - d_{5\max}$$

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_5$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max})$$

$$2Z_{\min} = 52,81 - 50,018 = 2,792, \text{ мм.}$$

$$2Z_{\max} = 2,792 + 1,5 + 0,016 = 4,308, \text{ мм.}$$

$$2Z_{cp} = 0,5(4,308 + 2,792) = 3,55, \text{ мм.}$$

Значения  $2Z_{\min}$ ,  $2Z_{\max}$  и  $2Z_{cp}$  заносим в нижнюю строку в графы 8, 9 и 10 таблицы.

Схема расположения допусков приведена на рисунке 2.1.



Таблица 2.5. Припуски и операционные размеры на пов.  $\varnothing 50k6^{(+0,018}_{+0,002})$  мм.

№ пов.	Наименов. перехода	Точность		Составляющие припуска			Припуск, мм			Предельные размеры, мм		
		IT	Td, мм	a	$\Delta$	$\varepsilon$	Z <sub>min</sub>	Z <sub>max</sub>	Z <sub>cp</sub>	d <sub>min</sub>	d <sub>max</sub>	d <sub>cp</sub>
0	Штамповка	16	1,5	0,4	0,375	-	-	-	-	52,810	54,310	53,560
1	Точение черновое	12	0,300	0,2	0,075	0,025	0,776	1,676	1,226	50,958	51,258	51,108
2	Точение чистовое	9	0,074	0,1	0,019	0	0,275	0,462	0,369	50,334	50,408	50,371
3	Термическая обработка	10	0,120	0,25	0,030	-	-	-	-	50,264	50,384	50,319
4	Шлифование черновое	8	0,046	0,03	0,012	0	0,119	0,179	0,149	50,156	50,172	50,164
5	Шлифование чистовое	6	0,016	0,02	0,004	0	0,042	0,073	0,058	50,056	50,072	50,064
6	Полирование	6	0,016	0,01	0,004		0,019	0,034	0,024	50,002	50,018	50,010
Суммарный припуск 2Z							2Z <sub>min</sub> =2,792	2Z <sub>max</sub> =4,308	2Z <sub>cp</sub> =3,550			

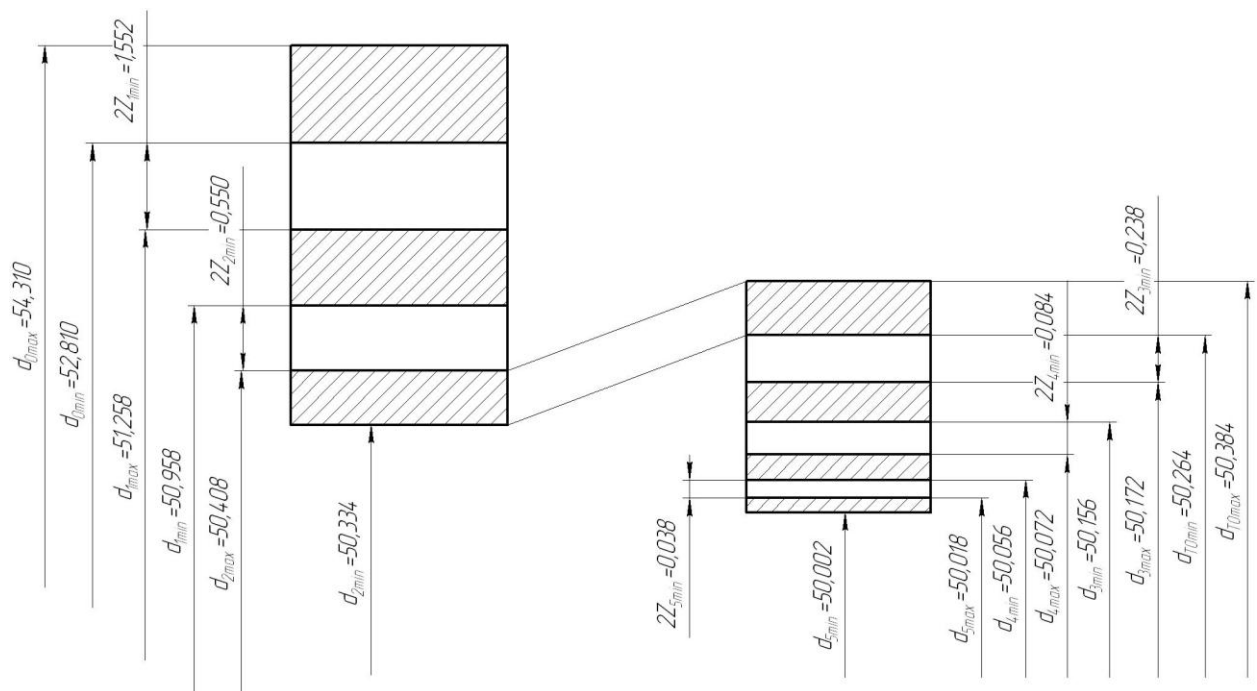


Рис. 2.1. Схема расположения припусков и полей допусков  
на пов.  $\varnothing 50k6 \left( \begin{smallmatrix} +0,018 \\ +0,002 \end{smallmatrix} \right)$ .

## 2.5 Проектирование заготовки.

Заготовку будем получать на молоте — горизонтально ковочной машине.

Технические требования согласно ГОСТ 7505-89: [4]

Плоскость разъёма матрицы, по осевому сечению заготовки.

Штамповочные уклоны: матрица  $0^\circ$ ; пуансон  $2^\circ$ .

Точность изготовления заготовки – 14 квалитет.

Штамповочные радиусы закруглений принимаем 5 мм.

Вес поковки  $G_{\text{п}} = 4,0$  кг.

Термообработка - изотермический отжиг: НВ 156-210.

Очистка в дробеструйном аппарате.

Допускается заусенец по разъёму матриц до 0,8мм.

Овальность по наружному контуру на диаметр 54,6мм - 0,5мм, на диаметр 58,8мм - 0,5мм, на диаметр 34,6мм - 0,45мм.

Допускается внешние дефекты 0,65мм.

Торцовый заусенец по диаметрам 54,6мм и 34,6мм до 1,6мм.

Смещение по разъёму матриц до 0,4мм.

## 2.6 Разработка технологического маршрута.

Используя данные пунктов 4-5, разработаем технологический маршрут обработки вала-шестерни. Данные сведём в табл. 2.6.

Таблица 2.6 - Технологический маршрут обработки детали

№о п	Название операции	№обр. поверх	ЛТ	Ра,мкм	Модель станка
1	2	3	4	5	6
10	Центровально-подрезная	33, 29 13,24 15,22	9 10	2,5 6,3	2Б932ПМФ2
20	Токарная	8,9,10	10	6,3	16К20Ф3
30	Токарная	2, 6,7,34	10	6,3	16К20Ф3
40	Токарная	8,9,10,11	8	3,2	16К20Ф3
50	Токарная	1,2,3,4,5,6	8	3,2	16К20Ф3
60	Зубофрезерная	8	8	3,2	53В10ВФ4
70	Цементировать	все			
80	Нормализовать	все			
90	Центрошлифовальная	13,24	7	1,25	3923
100	Внутришлифовальная	33	8	1,25	3М225ВФ2
110	Внутришлифовальная	29	8	1,25	3М225ВФ2
120	Торцекруглошлиф-ая	9,10	8	1,25	3Т151ВФ3
130	Круглошлифовальная	2	8	1,25	3М152Ф2
140	Долбёжная	30,31,32	8	2,0	7403
150	Долбёжная	26,27,28	8	2,0	7403
160	Закалка	все			

Продолжение табл. 2.6

170	Отпуск	все			
180	Центрошлифовальная	13,24	7	1,25	3923
190	Торцекруглошлиф-ая	9,10	7	0,8	3Т151ВФ3
200	Круглошлифовальная	2	7	0,8	3М152Ф2
210	Внутришлифовальная	33	7	1,25	3М225ВФ2
220	Внутришлифовальная	29	7	1,25	3М225ВФ2
230	Зубошлифовальная	8	7	1,25	5М841Ф11
240	Полировальная	2	6	0,32	ДШ-143
250	Моечная				Мойка
260	Контрольная				Контрольный стол

## 2.7 Обоснование схем базирования и разработка плана обработки.

Задачи раздела – разработать такие схемы базирования заготовки на каждой операции, которые обеспечивали минимальную погрешность обработки вала привода.

### 2.7.1 Выбор технологических баз.

Теоретическая схема базирования представлена на плане обработки и представляет собой схему расположения на технологических базах заготовки идеальных точек, символизирующих позиционные связи заготовки с принятой схемой координат станочного приспособления.

Такое базирование обеспечивает выполнение требования единства технологических баз, а также совпадения технологических и измерительных баз, при обеспечении новых размеров.

На первой операции механической обработки создаются чистовые технологические базы. При этом установка заготовки производится по будущим исполнительным поверхностям детали - черновым базам. Выполнение этого условия позволяет обеспечить принцип единства технологических и конструкторских баз. Выполнение данного требования сокращает погрешности обработки.

На операциях №010, №020, №030, №040, №050, №060, №090 №100, №110, №120, №130, №140, №0150, №180, №190, №200, №210 №220, №230, №240, применяются двойная направляющая база и опорная база в торце детали. Опорная база совпадает с измерительной и конструкторской базами, обеспечивая принципы единства баз.

#### 2.7.2 Разработка плана обработки.

Технические требования на операциях устанавливаются в соответствии с особенностями обработки детали.

Разработка плана обработки представлена на соответствующих листах графической части работы.

#### 2.8 Выбор средств технологического оснащения.

Все средства технического оснащения занесем в сводную таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Средства технологического оснащения

№ опр	Название операции	Оборудование	Приспособление	Режущий инструмент	Средства контроля
1	2	3	4	5	6
10	Центровально-подрезная	центровально-подрезной двухсторонний полуавтомат с ЧПУ Станок модели 2Б932ПМФ2	Тиски самоцентрирующие с призматическими губами ГОСТ 12195-66	1 переход – сверло центровое Р6М5 ГОСТ 10903 – 77 2 переход – сверло спиральное ГОСТ 25524-82, Р6М5 3 переход – резец расточной ГОСТ 20874-85,Т5К10 4 переход – резец канавочный Т14К8	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 166 – 80
20	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400ХС оснащенной системой ЧПУ с контурной системой координат.	поводковый патрон по ГОСТ 24351-80.	1 переход – резец подрезной ГОСТ 18870-85,Т15К6 2 переход – резец проходной Т15К6 ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80 Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78 Скобы рычажные Калибр пробки

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
30	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400XC оснащенной системой ЧПУ с контурной системой координат.	поводковый патрон ГОСТ 24351-80.	1 переход – резец подрезной ГОСТ 18870-85, T15K6 2 переход – резец проходной T15K6 ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80
40	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400XC оснащенной системой ЧПУ с контурной системой координат.	поводковый патрон ГОСТ 24351-80.	1 переход – резец подрезной ГОСТ 18870-85, T15K6 2 переход – резец проходной T15K6 ГОСТ 18868-73	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80
50	Токарная	Токарный станок модели SAMAT-400XC оснащенной системой ЧПУ с контурной системой координат.	поводковый патрон ГОСТ 24351-80.	1 переход – резец проходной ГОСТ 21151-85, T5K10 2 переход – резец канавочный T14K8	Штангенциркуль ШЦ1 ГОСТ 160-80
60	Зубофрезерная	Зубофрезерный станок модели 53B10B4	поводковый патрон ГОСТ 24351-80.	Червячная фреза (класса точности А) по ГОСТ 9324-80	Биениемтр Б-10М Нормалиметр БВ-5045

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
90	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок модели 3923	Тиски самоцентрирующиеся с призматическими губами ГОСТ 21168-85	Шлифовальная головка EW32×25 24А 12Н С2 6К и EW32×25 24А 12Н С2 6К ГОСТ 2447-82 по ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон
100	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок модели 3М225ВФ2 с числовым программным управлением	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальная головка цилиндрическая АW6×10 24А 25Н СТ1 6К ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон
110	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок модели 3М225ВФ2 с числовым программным управлением	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальная головка цилиндрическая АW20×30 24А 25Н СТ1 6К ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон
120	Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок модели 3Т151ВФ3.	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальный круг 3 350х30х203 25А 32Н СТ3 6К импрегнирован медью	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78
130	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок модели 3М153Ф2	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальный круг 1 600х40х305 25А 32Н СТ3 6К импрегнирован медью	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78



Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
140	Долбёжная	Вертикальный долбёжный станок 7401	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Резец долбёжный специальный	Шаблон
150	Долбёжная	Вертикальный долбёжный станок 7401	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Резец долбёжный специальный	Шаблон
180	Центрошлифовальная	Центрошлифовальный станок модели 3923	Тиски самоцентрирующие с призматическими губами ГОСТ 21168-85	Шлифовальная головка EW32×25 24A 12H C2 6K и EW32×25 24A 12H C2 6K ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон
190	Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный станок модели 3Т151ВФ3.	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальный круг 3 350х30х203 25А 25Н С2 6К импрегнирован медью	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78
200	Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок модели 3М153Ф2	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальный круг 1 600х40х305 25А 25Н С2 6К импрегнирован медью	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78
210	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок модели 3М225ВФ2 с числовым программным управлением	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальная головка цилиндрическая AW6×10 24А 25Н С2 6К ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон

Продолжение табл. 2.7

1	2	3	4	5	6
220	Внутришлифовальная	Внутришлифовальный станок модели 3М225ВФ2 с числовым программным управлением	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальная головка цилиндрическая АW20×30 24А 12Н С2 6К ГОСТ Р 52781-2007	Шаблон
230	Зубошлифов-ая	зубошлифовальный полуавтомат с устройством цифровой индикации с преднабором координат станок модели 5М841Ф11	патрон поводковый ГОСТ 24351-80	Шлифовальный круг по ГОСТ Р 52781-2007	Биениеметр Б-10М Нормалиметр БВ-5045
240	Полировальная	шлифовально-полировальный специальный полуавтомат ДШ-111А	цанговый патрон по ГОСТ 2877-80	Полировальный круг по ГОСТ Р 52781-2007	Микрометр МК – 50 ГОСТ 6507-78
250	Моечная	Моечная машина			
260	Контрольная	Контрольный стол			

## 2.9 Расчёт режимов обработки.

Рассчитаем режимы резания на центrovально-подрезную операцию 10 расчетно - аналитическим методом.

10 Операция – Центrovально-подрезная [8]

Станок – центrovально-подрезной двухсторонний полуавтомат с ЧПУ 2Б932ПМФ2;

Мощность 8,5 кВт, частота вращения шпинделя 12,5 – 1250 мин<sup>-1</sup>.

Приспособление – призмы самоцентрирующие.

Режущий инструмент – в зависимости от перехода

Охлаждение – ИФХАН-33.

Подрезка торца и зацентровка поверхности 12,13,24,25:

1- переход сверло центровое Р6М5.

Скорость резания  $v$ , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^s}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

где,  $C_v = 9,8$  ( $0,2 < s$  мм/об.) – коэффициент;

$m = 0,20$  – показатель степени;

$y = 0,50$  – показатель степени;

$T = 45$  мин. – период стойкости инструмента; [8]

$s = 0,3$  мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$  – коэффициент, учитывающий влияние физико-

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 840$  МПа – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$  – показатель степени,

$K_r = 0,8$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

$$\text{тогда, } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{840} \right)^{1,0} = 0,71;$$

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{mv} = 0,8$ , так как заготовка штамповка;

$K_{ив}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$K_{ив} = 1,0$  (P6M5).

тогда,  $K_v = K_{mv} \cdot K_{ив} = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,57$ .

Таким образом,  $v = \frac{C_v}{T^m \cdot f^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 10^{0,4}}{45^{0,20} \cdot 0,3^{0,5}} \cdot 0,57 = 21$  м/мин.

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где,  $v = 21$  м/мин. – скорость резания;

$d = 10$  мм.

Таким образом,  $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 21}{3,14 \cdot 10} = 668,8$ , об/мин

Уточню значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным [8],  $n = 700$  об./мин.

Определяем действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 700}{1000} = 21,9, \text{ м/мин.}$$

действительная скорость резания будет  $v = 21,9$  м/мин.

Переход 2. Сверление отверстий  $\varnothing 29,33$ .

Скорость резания  $v$ , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v \cdot D^s}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v$$

где,  $C_v = 9,8$  ( $0,2 < s$  мм/об.) – коэффициент;

$m = 0,20$  – показатель степени;

$y = 0,50$  – показатель степени;

$T = 50$  мин. – период стойкости инструмента; [8]

$s = 0,4$  мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{iv}$$

$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$  – коэффициент, учитывающий влияние физико-

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 840$  МПа – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$  – показатель степени,

$K_{\Gamma} = 0,8$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

$$\text{тогда, } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{840} \right)^{1,0} = 0,71;$$

$K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{mv} = 0,8$ , так как заготовка штамповка;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$K_{iv} = 1,0$  (Р6М5).

$$\text{тогда, } K_v = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{iv} = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,57.$$

$$\text{Таким образом, } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{9,8 \cdot 26^{0,4}}{50^{0,20} \cdot 0,4^{0,5}} \cdot 0,57 = 26,1 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где,  $v = 26,1$  м/мин. – скорость резания;

$d = 26$  мм.

$$\text{Таким образом, } n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 26,1}{3,14 \cdot 26} = 320 \text{ об/мин}$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным [8],  $n = 350$  об./мин.

Определяем действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 350}{1000} = 28,6, \text{ м/мин.}$$

действительная скорость резания будет  $v = 28,6$  м/мин.

Переход 3. Растачивание поверхности  $\varnothing 29,33$ .

Скорость резания  $v$ , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v,$$

где,  $C_v = 340$  ( $0,7 < s$  мм/об.) – коэффициент;

$m = 0,20$  – показатель степени;

$x = 0,15$  – показатель степени;

$y = 0,45$  – показатель степени;

$T = 60$  мин. – период стойкости инструмента; [8]

$t = 0,85$  мм – глубина точения;

$s = 0,4$  мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 840$  МПа – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$  – показатель степени,

$K_{\Gamma} = 0,8$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

$$\text{тогда, } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{840} \right)^{1,0} = 0,71;$$

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{pv} = 0,8$ , так как заготовка штамповка;

$K_{ин}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$$K_{ин} = 0,65 \text{ (Т5К10)}.$$

$$\text{тогда, } K_v = K_{мв} \cdot K_{пв} \cdot K_{ин} = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,37.$$

$$\text{Таким образом, } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 0,85^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,37 = 85,8, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где,  $v = 85,8$  м/мин. – скорость резания;

$$d = 26 \text{ мм.}$$

$$\text{Таким образом, } n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 85,8}{3,14 \cdot 26} = 1051, \text{ об/мин.}$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным [8],  $n = 1100$  об./мин.

Определяю действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 26 \cdot 1100}{1000} = 81,6, \text{ м/мин.}$$

действительная скорость резания будет  $v = 81,6$  м/мин.

4 – переход растачивание внутренней канавки 14,15,16,21,22,23

Скорость резания  $v$ , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где,  $C_v = 340$  ( $0,7 < s$  мм/об.) – коэффициент;

$m = 0,20$  – показатель степени;

$x = 0,15$  – показатель степени;

$y = 0,45$  – показатель степени;

$T = 60$  мин. – период стойкости инструмента; [8]

$t = 4,0$  мм – глубина точения;

$s = 0,4$  мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_\Gamma \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 840 \text{ МПа}$  – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$  – показатель степени,

$K_\Gamma = 0,8$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

$$\text{тогда, } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{840} \right)^{1,0} = 0,71;$$

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{pv} = 0,8$ , так как заготовка штамповка;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$K_{iv} = 0,65$  (Т5К10).

$$\text{тогда, } K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,37.$$

$$\text{Таким образом, } v = \frac{C_v}{T^m \cdot f^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{340}{60^{0,20} \cdot 4,0^{0,15} \cdot 0,4^{0,45}} \cdot 0,37 = 68 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где,  $v = 68 \text{ м/мин.}$  – скорость резания;

$d = 27,7 \text{ мм.}$

$$\text{Таким образом, } n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 68}{3,14 \cdot 27,7} = 782 \text{ об/мин}$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным [8],  $n = 800 \text{ об/мин.}$

Определяем действительную скорость резания:



$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27,7 \cdot 800}{1000} = 69,6, \text{ м/мин.}$$

Действительная скорость резания будет  $v = 69,6$  м/мин.

Таблица 2.8 - Режимы резания на центrovально – подрезную операцию

Операция	Переходы	S мм/об	n об/мин	V м/мин
10	1	0,3	700	21,9
	2	0,4	350	28,6
	3	0,4	1100	81,6
	4	0,4	800	69,6

Рассчитаем токарную операцию 20 (30,40,50 Операция – Токарная черновая с ЧПУ; 30,40,50 Операция – Токарная чистовая с ЧПУ) расчетно - аналитическим методом, а остальные операции табличным методом.

30 Операция – Токарная с ЧПУ [8]

Станок – токарно-винторезный модели SAMAT-400XC;

Мощность 11 кВт, частота вращения шпинделя 12,5 – 2500 мин<sup>-1</sup>.

Приспособление – поводковый патрон.

Режущий инструмент – в зависимости от позиции

Охлаждение – ИФХАН-33.

Черновое точение поверхности 8, 10:

1- переход резец проходной T15K6.

Скорость резания  $v$ , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где,  $C_v = 350$  – коэффициент;

$m = 0,20$  – показатель степени;

$x = 0,15$  – показатель степени;

$y = 0,35$  – показатель степени;

$T = 60$  мин. – период стойкости инструмента; [8]

$t = 1,8$  мм – глубина точения;

$s = 0,7$  мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_\Gamma \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} - \text{коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 840 \text{ МПа}$  – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$  – показатель степени,

$K_\Gamma = 0,8$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

$$\text{тогда, } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{840} \right)^{1,0} = 0,71;$$

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{pv} = 0,8$ , так как заготовка штамповка;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$K_{iv} = 0,65$  (Т15К10).

$$\text{тогда, } K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,37.$$

$$\text{Таким образом, } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 1,8^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,37 = 59,23 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где,  $v = 59,23 \text{ м/мин.}$  – скорость резания;

$d = 58,8 \text{ мм.}$

$$\text{Таким образом, } n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 59,23}{3,14 \cdot 58,8} = 320 \text{ об/мин}$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным [8],  $n = 315 \text{ об/мин.}$

Определяем действительную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58,8 \cdot 300}{1000} = 55,4 \text{ , м/мин.}$$

Действительная скорость резания будет  $v = 55,4$  м/мин.

Переход 2. Резец подрезной Т15К6:

Скорость резания  $v$ , м/мин., рассчитывается по эмпирической формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

где,  $C_v = 350$  – коэффициент;

$m = 0,20$  – показатель степени;

$x = 0,15$  – показатель степени;

$y = 0,35$  – показатель степени;

$T = 60$  мин. – период стойкости инструмента; [8]

$t = 2,0$  мм – глубина точения;

$s = 0,4$  мм/об – подача;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv}$$

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \text{ – коэффициент, учитывающий влияние физико-}$$

механических свойств обрабатываемого материала на скорость резания.

$\sigma_B = 840$  МПа – временное сопротивление разрыву,

$n_v = 1,0$  – показатель степени,

$K_{\Gamma} = 0,8$  – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

$$\text{тогда, } K_{mv} = 0,8 \left( \frac{750}{840} \right)^{1,0} = 0,71;$$

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий влияние состояния поверхности заготовки на скорость резания;

$K_{pv} = 0,8$ , так как заготовка штамповка;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала на скорость резания.

$$K_{\text{ин}} = 0,65 \text{ (Т5К10)}.$$

$$\text{тогда, } K_v = K_{\text{мв}} \cdot K_{\text{пв}} \cdot K_{\text{ин}} = 0,71 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,37$$

$$\text{Таким образом, } v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{60^{0,20} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 0,37 = 71 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d}$$

где,  $v = 71$  м/мин. – скорость резания;

$$d = 58,8 \text{ мм}$$

$$\text{Таким образом, } n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 71}{3,14 \cdot 58,8} = 384,5 \text{ об/мин}$$

Уточняем значение частоты вращения шпинделя станка по паспортным данным [8], ближайшая частота вращения шпинделя станка  $n = 400$  об./мин.

Определяем реальную скорость резания:

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 58,8 \cdot 400}{1000} = 73,8, \text{ м/мин.}$$

Все остальные позиции (20,40,50 операций) рассчитываем аналогично.

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 - Режимы резания на токарные операции

Операция	Переходы	S мм/об	n об/мин	V м/мин
20	1	0,7	315	59,2
	2	0,4	400	71
30	1	0,7	315	51,6
	2	0,4	500	86,3
40	1	0,7	400	69,1
	2	0,4	500	78,5
50	1	0,7	400	62,8
	2	0,4	500	78,5

120 операция – Торцекруглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхностей 9,10.

Станок торцекрылошлифовальный 3Т151ВФ3

Частота вращения шлифовального круга  $n_{кр} = 2890 \text{ мин}^{-1}$ .

Частота вращения детали  $n_{дет} = 100 - 1000 \text{ мин}^{-1}$ ;

Мощность 18,5 кВт,

Способ установки детали на станке в поводковом патроне.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с  $D_k=350$  и  $B_k=30$ . По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 2890}{1000 \cdot 60} = 50, \text{ м/с.}$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 350x30x203 25А 32Н СТ3 6К: марки 25А, зернистостью 32Н, с твёрдостью СТ3, 6 структура на керамической связке.

Определение режимов резания.

Назначаем скорость детали  $v = 50 \text{ м/мин}$  и определяем частоту её вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 30} = 531 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Рассчитаем продольную подачу круга;

где,  $S_{прод.}$  – продольная подача, мм/об;

$S_{прод.} = (0,3 \dots 0,85)V = 0,5 \cdot 30 = 15 \text{ мм/об}$  – при черновом шлифовании.

130 операция – Круглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхности 2.

Станок – круглошлифовальный 3М152ВФ2

Частота вращения шлифовального круга  $n_{кр} = 1590 \text{ мин}^{-1}$ .

Частота вращения детали  $n_{дет} = 50 - 500 \text{ мин}^{-1}$ ;

Мощность 11 кВт,

Способ установки детали на станке в поводковом патроне.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с  $D_k=600$  и  $V_k=40$ . По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 50 \text{ м/с.}$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 600x16x305 25А 32Н СТЗ 6К: марки 25А, зернистостью 32Н, с твёрдостью СТЗ, 6 структура на керамической связке.

Определение режимов резания.

Назначаем скорость детали  $v = 50$  м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 50} = 319 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Рассчитаем продольную подачу круга;

где,  $S_{\text{прод}}$  – прольная подача;

$S_{\text{прод}} = (0,3 \dots 0,85)V = 0,5 \cdot 40 = 20$  мм/об – при черновом шлифовании.

190 операция – Торцекруглошлифовальная

Операция – шлифование поверхностей 9,10.

Станок торцекруглошлифовальный 3Т151ВФ3

Частота вращения шлифовального круга  $n_{\text{кр}} = 2890$  мин<sup>-1</sup>.

Частота вращения детали  $n_{\text{дет}} = 100 - 1000$  мин<sup>-1</sup>;

Мощность 18,5 кВт,

Способ установки детали на станке в поводковом патроне.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с  $D_k=350$  и  $V_k=30$ . По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 350 \cdot 2890}{1000 \cdot 60} = 50 \text{ м/с.}$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 350x30x203 25А 16Н С2 6К: марки 25А, зернистостью 16Н, с твёрдостью С2, 6 структура, на керамической связке.

Определение режимов резания.

Назначаем скорость детали  $v = 50$  м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 30} = 531 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Рассчитаем продольную подачу круга;

где,  $S_{\text{прод.}}$  – продольная подача;

$$S_{\text{прод.}} = (0,2 \dots 0,3) V = 0,25 \cdot 30 = 7,5 \text{ мм/об} \text{ – при чистовом шлифовании}$$

200 операция – Круглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхности 2.

Станок – круглошлифовальный 3М152ВФ2

Частота вращения шлифовального круга  $n_{\text{кр}} = 1590 \text{ мин}^{-1}$ .

Частота вращения детали  $n_{\text{дет}} = 50 - 500 \text{ мин}^{-1}$ ;

Мощность 11 кВт,

Способ установки детали на станке в поводковом патроне.

Выбор шлифовального круга.

Для шлифования выбираем круг с  $D_{\text{к}}=600$  и  $V_{\text{к}}=40$ . По выбранному диаметру круга и паспортным данным станка определяем скорость вращения круга:

$$v_{\text{к}} = \frac{\pi \cdot D_{\text{к}} \cdot n_{\text{к}}}{1000 \cdot 60} = \frac{3,14 \cdot 600 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 50 \text{ м/с}.$$

Для стали 19ХГН и заданном параметре шероховатости выбираем круг формой 1 600x16x305 25А 16Н С2 6К: марки 25А, зернистостью 16Н, с твёрдостью С2, 6 структура, на керамической связке.

Определение режимов резания.

Назначаем скорость детали  $v = 50$  м/мин и определяем частоту её вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 50}{3,14 \cdot 50} = 319 \text{ мин}^{-1}.$$

Найденная частота вращения укладывается в паспортные данные станка.

Рассчитаем продольную подачу круга;

где,  $S_{\text{прод.}}$  – продольная подача;

$$S_{\text{прод}} = (0,2 \dots 0,3) V = 0,25 \cdot 40 = 10 \text{ мм/об} \text{ – при чистовом шлифовании. (8.6)}$$

## 2.11 Расчёт норм времени.

Основное технологическое время посчитаем для каждого перехода по формулам [8].

10 Операция – Центровально-подрезная

Станок – центровально-подрезной двухсторонний полуавтомат с ЧПУ 2Б932ПМФ2;

Приспособление – призмы самоцентрирующие.

Режущий инструмент – в зависимости от позиции

Охлаждение – ИФХАН-33.

Подрезка торца и зацентровка поверхности 12,13,24,25:

1- позиция сверло центровое Р6М5:

$$T_o = \frac{L_{\text{обц}}}{S_o \cdot n},$$

где,  $L_1 = 15$  мм – длина обрабатываемой поверхности

$S_o = 0,3$  мм/об - подача

$n = 700$  об/мин – частота вращения

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} = \frac{15}{0,3 \cdot 700} = 0,1 \text{ мин}.$$

Все остальные переходы операции 10 рассчитываем аналогично. Общее время рассчитаем по формуле:

$$T_o^{10} = \sum T_{oi}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.10.



Таблица 2.10 - Основное технологическое время на центровально - подрезную операцию

Операция	Переходы	Toi мин	To мин
10	1	0,1	0,83
	2	0,48	
	3	0,15	
	4	0,1	

Основное технологическое время посчитаем для каждого перехода по формулам [8].

30 Операция – Токарная с ЧПУ

Станок – токарно-винторезный модели САМАТ-400ХС/

Приспособление – поводковый патрон.

Режущий инструмент – проходной резец

Переход 1. Черновое точение поверхности 11:

$$T_o = \frac{L_{общ.}}{S_o \cdot n}$$

где,  $L_1 = 143$  мм – длина обрабатываемой поверхности вала  $\varnothing 54,4$

$L_2 = 50 \times i$  мм – длина обрабатываемой поверхности вала  $\varnothing 36$

$i=4$ - количество рабочих ходов

$$L_{общ.} = L_1 + L_2 = 143 + 200 = 343 \text{ мм}$$

$$S_o = 0,7 \text{ мм/об}$$

$$n = 315 \text{ об/мин}$$

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} = \frac{343}{0,7 \cdot 315} = 1,55 \text{ мин}$$

Все остальные переходы (операции 10,20,40,50) рассчитываем аналогично.

Общее время рассчитаем по формуле:

$$T_o^{10} = \sum T_{oi}$$

Результаты расчетов заносим в таблицу 2.11.

Таблица 2.11 - Основное технологическое время на токарные операции

Операция	Переходы	To <sub>i</sub> мин	To мин
20	1	0,3	0,36
	2	0,06	
30	1	1,55	1,7
	2	0,15	
40	1	0,22	0,27
	2	0,05	
50	1	0,26	0,3
	2	0,04	

120 операция – Торцекруглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхностей 9,10.

Станок торцекруглошлифовальный 3Т151ВФ3

Основное машинное время рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{l}{n_d \cdot S_{\text{прод}}} \cdot \frac{h}{t} \cdot K_z$$

где, l=30 – длина шлифования

S<sub>прод.</sub>=15 мм/об – продольная подача

h=0,15 мм – припуск

t=0,005 мм/ход – поперечная подача

n<sub>д</sub>=531 мм/об – частота вращения

K<sub>з</sub>=1,7 – коэффициент зачистных ходов

$$T_o = \frac{30}{531 \cdot 15} \cdot \frac{0,15}{0,005} \cdot 1,7 = 0,2 \text{ мин}$$

130 операция – Круглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхности 2.

Станок – круглошлифовальный 3М152ВФ2

Основное машинное время рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{l}{n_d \cdot S_{\text{прод}}} \cdot \frac{h}{t} \cdot K_z$$

где,  $l=93$  – длина шлифования

$S_{\text{прод}}=20$  мм/об– продольная подача

$h=0,15$  мм – припуск

$t=0,005$  мм/ход – поперечная подача

$n_d=319$  мм/об – частота вращения

$K_z=1,4$  – коэффициент зачистных ходов

$$T_o = \frac{93}{319 \cdot 20} \cdot \frac{0,15}{0,005} \cdot 1,4 = 0,61 \text{ мин}$$

190 операция – Торцекруглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхностей 9,10.

Станок торцекруглошлифовальный 3Т151ВФ3

Основное машинное время рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{l}{n_d \cdot S_{\text{прод}}} \cdot \frac{h}{t} \cdot K_z$$

где,  $l=30$  – длина шлифования

$S_{\text{прод}}=7,5$  мм/об– продольная подача

$h=0,05$  мм – припуск

$t=0,005$  мм/ход – поперечная подача

$n_d=531$  мм/об – частота вращения

$K_z=1,4$  – коэффициент зачистных ходов

$$T_o = \frac{30}{531 \cdot 7,5} \cdot \frac{0,05}{0,005} \cdot 1,4 = 0,11 \text{ мин}$$

200 операция – Круглошлифовальная.

Операция – шлифование поверхности 2.

Станок – круглошлифовальный 3М152ВФ2

Основное машинное время рассчитаем по формуле:

$$T_o = \frac{l}{n_d \cdot S_{\text{прод}}} \cdot \frac{h}{t} \cdot K_z$$

где,  $l=93$  – длина шлифования

$S_{\text{прод}}=10$  мм/об– продольная подача

$h=0,05$  мм – припуск

$t=0,005$  мм/ход – поперечная подача

$n_d=319$  мм/об – частота вращения

$K_z=1,4$  – коэффициент зачистных ходов

$$T_o = \frac{93}{319 \cdot 10} \cdot \frac{0,05}{0,005} \cdot 1,4 = 0,41 \text{ мин}$$

Установим технические нормы времени расчетно-аналитическим методом.

Определим норму штучно-калькуляционного времени Тш-к по формуле:

$$T_{\text{ш-к}} = T_{\text{пз}}/n + T_{\text{шт}},$$

где,  $T_{\text{пз}}$  – подготовительно- заключительное время, мин;

$n$  – количество деталей в партии, шт;

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5000 \cdot 6}{254} = 118, \text{ шт},$$

где  $N=5000$  шт.- годовая производственная программа выпуска деталей;

$a$  - периодичность запуска в днях(принято 6 дней);

254 – среднее количество рабочих дней в году;

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени.

Норма штучного времени определим по формуле:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_v + T_{\text{об}} + T_{\text{от}},$$

где,  $T_o$  – основное время,

$T_v$  – вспомогательное время,

$T_{\text{об}}$  – время обслуживания,

$T_{\text{от}}$  – время перерывов на отдых и личные надобности,

Вспомогательное время определим по формуле:

$$T_v = T_{\text{ус}} + T_{\text{зо}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}},$$

где  $T_{\text{ус}}$  – время установки и снятия детали,

$T_{зо}$  – время закрепления и открепления детали,

$T_{уп}$  – время на приемы управления,

$T_{из}$  – время на измерения детали.

$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}$ ,

где  $T_{тех}$  – техническое обслуживание одного места,

$T_{орг}$  – организационное обслуживание одного места.

Все эти параметры выберем для каждой операции и занесем в таблицу 2.12 при этом будем пользоваться нормативами по [8].

Таблица 2.12 - Сводная таблица технических норм времени по операциям

№о п	Название операции	То	Тв			Топ	Тоб		Тот	Тшт	Тп-з	п	Тш-к
			Тус+Тзо	Туп	Тиз		Ттех	Торг					
010	Центровально- подрезная	0,83	0,08	0,16	0,1	1,17	0,06	0,03	0,46	1,72	23	118	1,91
020	Токарная	0,36	0,07	0,04	0,08	0,55	0,02	0,03	0,4	1,0	20		1,17
030	Токарная	0,93	0,07	0,16	0,08	1,24	0,02	0,03	0,4	1,69	20		1,86
040	Токарная	0,27	0,07	0,08	0,08	0,5	0,02	0,03	0,4	0,95	20		1,12
050	Токарная	0,3	0,07	0,08	0,08	0,53	0,02	0,03	0,4	0,98	20		1,15
060	Зубофрезерная	2,2	0,08	0,08	0,08	2,44	0,04	0,03	0,5	3,0	14		3,12
070	Цементация												
080	Нормолизация												
090	Центрошлиф-ая	0,1	0,05	0,03	0,03	0,21	0,01	0,01	0,04	0,27	8	118	0,34
100	Внутришлиф-ая	0,21	0,07	0,04	0,08	0,4	0,02	0,02	0,04	0,48	9		0,58
110	Внутришлиф-ая	0,3	0,07	0,04	0,08	0,49	0,02	0,02	0,04	0,57	9		0,67
120	Торцекруглош-ая	0,2	0,07	0,04	0,08	0,39	0,02	0,02	0,04	0,47	10		0,55
130	Круглошлиф-ая	0,61	0,07	0,04	0,06	0,78	0,02	0,02	0,04	0,86	10		0,94
140	Долбёжная	0,27	0,07	0,06	0,1	0,5	0,03	0,02	0,5	1,05	15		1,18
150	Долбёжная	0,59	0,07	0,06	0,1	0,82	0,03	0,02	0,5	1,37	15	1,5	
160	Закалка												
170	Отпуск												
180	Центрошлиф-ая	0,1	0,05	0,03	0,03	0,21	0,01	0,01	0,04	0,27	8		0,34

Продолжение табл. 2.12

№о п	Название операции	То	Тв			Топ	Тоб		Тот	Тшт	Тп-з	п	Тш-к
			Тус+Тзо	Туп	Тиз		Ттех	Торг					
190	Торцекруглош-ая	0,11	0,07	0,04	0,08	0,3	0,02	0,03	0,04	0,39	10	118	0,47
200	Круглошлиф-ая	0,41	0,07	0,04	0,06	0,58	0,02	0,03	0,04	0,67	10		0,75
210	Внутришлиф-ая	0,17	0,07	0,04	0,08	0,36	0,02	0,03	0,04	0,45	9		0,55
220	Внутришлиф-ая	0,25	0,07	0,04	0,08	0,44	0,02	0,03	0,04	0,53	9		0,63
230	Зубошлифов-ая	0,6	0,06	0,04	0,1	0,8	0,02	0,03	0,08	0,93	14		1,06
240	Полировальная	0,16	0,07	0,04	0,06	0,33	0,02	0,02	0,04	0,41	10		0,5
250	Моечная	0,3				0,3	0,01	0,01	0,01	0,33			0,33
260	Контрольная	1				1	0,03	0,03	0,06	1,12			1,12
	Σ	10,1								19,32	249		21,65

### 3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Станочное приспособление - это вспомогательное орудие производства для установки заготовок с целью обработки на металлорежущих станках.

В зависимости от типа станка станочные приспособления подразделяются на токарные, сверлильные, фрезерные, расточные, шлифовальные и т.д. В общем объёме средств технологической оснастки 50% составляют станочные приспособления.

С помощью станочных приспособлений можно решить три основные задачи:

- базирование обрабатываемых деталей на станках производится без выверки, что ускоряет процесс базирования и обеспечивает возможность автоматического получения размеров на настроенных станках;

- повышается производительность и обеспечиваются условия труда рабочих за счёт применения многоместной, многопозиционной и непрерывной обработки;

- расширяются технологические возможности станков, что позволяет на обычных станках выполнять такую обработку или получать такую точность для которых эти станки не предназначены.

Приспособления различают в зависимости от типа производства. В массовом и крупносерийном производствах в основном применяют специальные приспособления, предназначенные для выполнения определённых операций для заданных заготовок на конкретном станке. В условиях серийного производства применяют агрегатированные приспособления, состоящие из базовой части и сменных насадок. В мелкосерийном производстве широко распространены универсальные и универсально-сборные приспособления.

Проектирование приспособления находится в зависимости не только от типа производства, но и от технологического процесса изготовления детали,



что обеспечивает на производстве тесную связь между технологом и конструктором

По степени механизации приспособления разделяют на:

- ручные;
- механизированные;
- полуавтоматические;
- автоматические;

По специализации приспособления подразделяют на:

- универсальные;
- специализированные;
- специальные

В соответствии с исходными данными для среднесерийного производства принимается специализированное приспособление с механизированным приводом.

### 3.1 Выбор схемы базирования заготовки.

Базирование - придание заготовке требуемого положения относительно выбранной системы координат станка или инструмента.

Схема базирования заготовки приведена на рисунке 3.1, а лишаемые степени свободы в таблице 3.1.

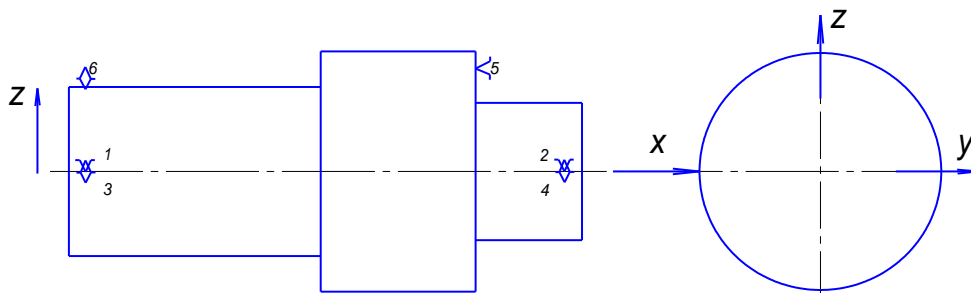


Рис. 3.1. Схема базирования заготовки

Таблица 3.1 - Лишаемые степени свободы в приспособлении

№ точки	Двойная направляющая база				Опорная база
	1	2	3	4	
Лишаемые степени свободы	Z	$\cap$ Y	Y	$\cap$ Z	X

### 3.2 Выбор конструкции установочных элементов.

Установка - процесс базирования и закрепления заготовки в приспособлении.

Схема установки - изображение заготовки установленной на установочном элементе приспособления.

В качестве установочных элементов примем призму, в количестве четырёх штук.

Призма 7033-0035 ГОСТ 12195-66\*.

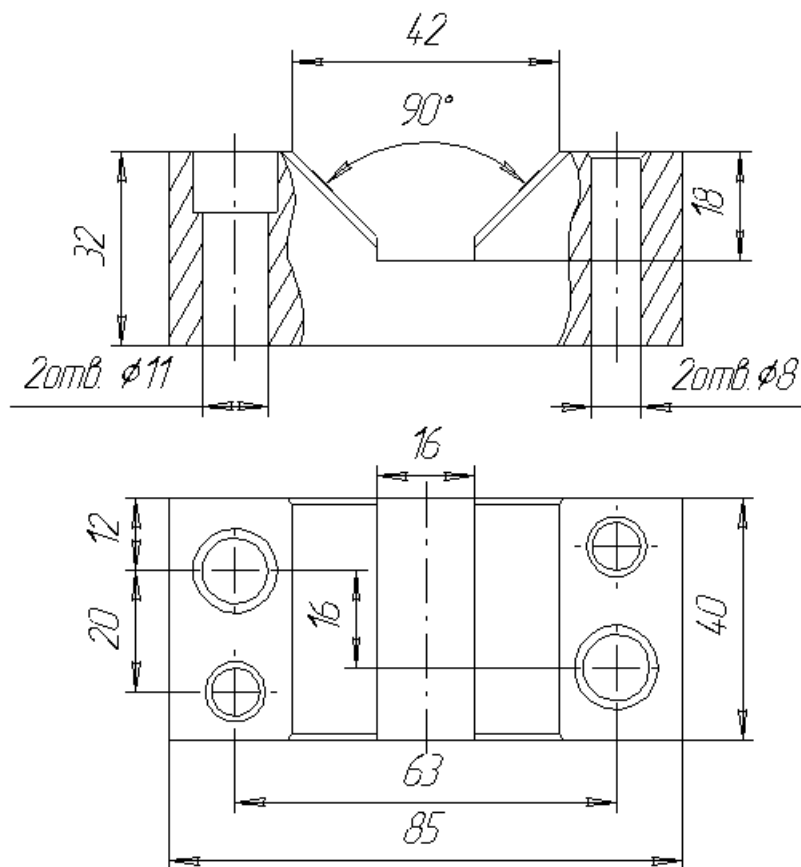


Рис. 3.2. Опорная призма.

### 3.3 Расчёт сил резания.

Обработка производится на центrovально-подрезном станке.

Выполняемые переходы:

- подрезка торца;
- зацентровка;
- сверление отверстий;
- растачивание;
- растачивание внутренних канавок.

Наибольшие силы резания возникают при сверлении отверстия  $\varnothing 26$  мм. Поэтому расчет сил резания будем вести при обработке данного отверстия.

Исходные данные: На центrovально-подрезном станке сверлят глухое отверстие диаметром  $D=26H12$  мм на глубину  $L=68$  мм. Материал заготовки - сталь 19ХГН,  $\sigma_b=840$  МПа. Заготовка-штамповка. Охлаждение - эмульсией.

### 3.4 Выбор схемы закрепления заготовки и расчёт усилия зажима.

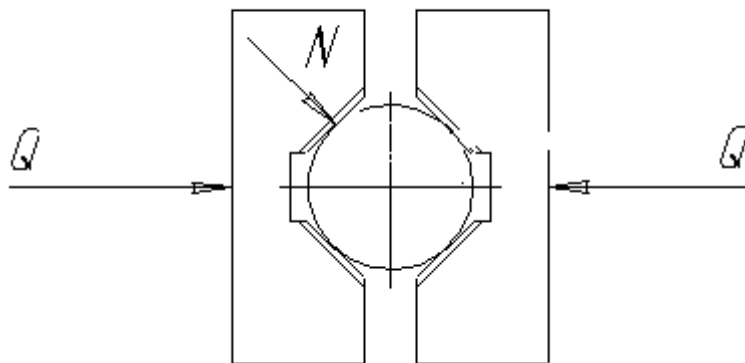


Рис. 3.3. Схема закрепления заготовки

Определим усилие зажима.

Крутящий момент стремится повернуть заготовку относительно опорной поверхности призм. Ему противодействуют силы трения на рабочих поверхностях призм. Таким образом, усилие зажима можно определить по формуле

$$Q = \frac{Mk \cdot K \cdot \sin \alpha / 2}{D \cdot f},$$

где D - диаметр заготовки;

f - коэффициент трения;

K - коэффициент запаса.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где  $K_0 = 1,5$  - коэффициент гарантированного запаса;

$K_1 = 1,0$  - коэффициент состояния поверхности заготовки;

$K_2 = 1,7$  - коэффициент затупления инструмента;

$K_3 = 1,2$  - коэффициент учитывающий возрастание сил резания при прерывистом резании;

$K_4 = 1,0$  - коэффициент механизации силового привода;

$K_5 = 1,0$  - коэффициент эргономичности ручных ЗМ;

$K_6 = 1,5$  - коэффициент учитывающий наличие крутящих моментов. [10]

$$K = 4,59$$

$$Q = \frac{122 \cdot 4,59 \cdot \sin \frac{90}{2}}{0,546 \cdot 0,1} = 7252 \text{ Н}$$

### 3.5 Выбор конструкции и расчёт силового привода.

Выбираем гидравлический привод по следующим параметрам:

Рабочий ход поршня пневматического цилиндра, исходя из техники безопасности, принимаем равным  $S_w = 5$  мм

Диаметр поршня находим по следующей формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot P_B \cdot \eta}}, \text{ мм},$$

где,  $P_B$  - рабочее давления в цилиндре, принимаем равным  $P_B = 5$  МПа;

$\eta$  - КПД гидравлического цилиндра, принимаем равным  $\eta = 0,9$ .

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7252}{3,14 \cdot 5,0 \cdot 0,9}} = 45,3, \text{ мм}.$$

Полученное значение округляем до стандартного  $D = 50$  мм.

По таблице определяем диаметр штока  $d_{шт} = 18$  мм [11]

### 3.6 Расчёт погрешности установки.

Погрешность установки при закреплении детали в самоцентрирующих призмах определяется с учетом, что погрешность базирования и закрепления в данном случае равняется нулю.

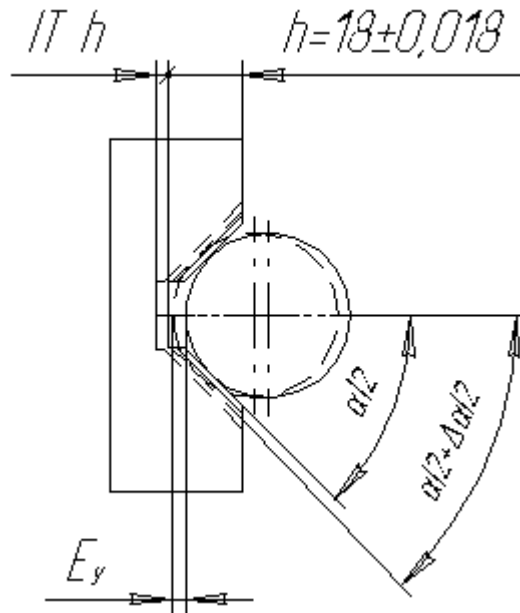


Рис. 3.4. Погрешность установки

$$E_y = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}, \text{ мм},$$

где,  $E_1$  - смещение заготовки за счёт изменения высоты призмы; равно допуску на высоту призмы  $E_1 = Th = 0.036$  мм;

$E_2$  - смещение заготовки за счёт изменения угла призмы; равно:

$$E_2 = \frac{D}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{\alpha - \Delta\alpha}{2}} - \frac{1}{\sin \frac{\alpha + \Delta\alpha}{2}} \right), \text{ мм}$$

$$E_2 = \frac{54,6}{2} \left( \frac{1}{\sin \frac{90 - 0.16}{2}} - \frac{1}{\sin \frac{90 + 0.16}{2}} \right) = 0.078 \text{ мм}$$

$$E_y = \sqrt{0.032^2 + 0.078^2} = 0.08 \text{ мм}.$$

### 3.7 Описание устройства и принципа действия приспособления.

Гидравлические тиски работают от гидроцилиндра двустороннего действия 1. При движении поршня цилиндра влево производится зажим заготовки, а при движении поршня вправо разжим.

Перемещение поршня со штоком 13, соединённого через элемент 2 с планкой 10, вызывает движение уголка прикрепленного к планке. На уголок закрепляются две призмы, через которые и производится фиксация заготовки.

Движение второй губки тисков осуществляется следующим образом:

Перемещение поршня со штоком, который играет роль зубчатой рейки, задаёт вращение зубчатому колесу 3. Колесо в свою очередь задаёт перемещение другой зубчатой рейке 11. Рейка соединена с пластиной 14 при помощи гаек 28, а пластина в свою очередь при помощи винтов соединена с планкой 9, на которой закрепляется уголок. На уголок ввинчиваются две призмы, через которые и производится фиксация заготовки.

## 4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

На центrovально – подрезном станке сверлят глухое отверстие диаметром  $D=26H12$  мм на глубину  $L=68$  мм. Материал заготовки - сталь 19ХГН,  $\sigma_b=840$  МПа. Заготовка-штамповка. Охлаждение – ИФХАН-33.

### 4.1 Выбор режущего инструмента.

Принято сверло  $d=26$  мм с рабочей частью Р6М5 [11].

Геометрические элементы:

форма заточки – нормальная.

$$\psi=55^{\circ}.$$

$$\alpha=12^{\circ}.$$

$$2\varphi=118^{\circ}; \omega=30^{\circ}.$$

Подача, мм/об

$$S_0 = S_{0\text{табл}} \cdot K_{LS}, \text{ мм}.$$

$$S_{0\text{табл}}=0,32 \dots 0,35 \text{ мм/об}.$$

$$K_{LS}=1,0. [11]$$

$$S_0 = 0,35 \cdot 1,0 = 0,35, \text{ мм/об}.$$

По паспорту станка

$$S_d=0,4 \text{ мм/об} - \text{осевая сила, Н}.$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y K_p,$$

$$\text{где } C_p=68; q=1; y=0.1. \quad [11]$$

$$K_p = K_{mp}$$

$$K_{mp} = (\sigma_B / 750)^n; n = 0,75. \quad [12]$$

$$K_{mp} = (840 / 750)^{0,75} = 1,09.$$

В итоге

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 26^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 1,09 = 9692,9, \text{ Н.}$$

По паспорту станка  $P_{max} = 15 \text{ кН}$  ;

$P_0 < P_{max}$ , следовательно подача  $S_d = 0,4 \text{ мм/об}$  допустима.

Крутящий момент, Н\*м

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н м.} \quad [12]$$

$$C_M = 0,0345; q = 2,0; y = 0,8. \quad [12]$$

$$K_p = K_{mp} = 1,09.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 26^2 \cdot 0,4^{0,8} \cdot 1,09 = 122, \text{ Н м.}$$

#### 4.2 Расчёт хвостовой части сверла.

Для определения конуса Морзе конической части хвостовика необходимо рассчитать средний диаметр конической части.

$$D_{CP} = \frac{6 \cdot M_{кр} \cdot \sin Q}{\mu \cdot P \cdot (1 - 0,04 \Delta Q)},$$

где  $\sin Q = \sin 1^\circ 30'$  - угол конуса Морзе;

$\mu = 0,096$  - коэффициент трения;

$P = 9692,9, \text{ Н}$  – осевая сила; [12]

$M_{кр} = 122, \text{ Н м}$  (кГс м) – крутящий момент;

$\Delta Q = 5'$  - допуск на конус Морзе;



$$D_{cp.} = \frac{6 \cdot 122 \cdot \sin 1^\circ 30'}{0,096 \cdot 9692,9 \cdot (1 - 0,04 \cdot 5)} = 0,216 \text{ м} = 21,6 \text{ мм.}$$

Средний диаметр конуса №2 равен 17,78 мм, а конус №3 равен 23,83 мм. Берём конус №3, обеспечивающий передачу большего крутящего момента.

Определяем длину сверла.

Общая длина сверла берётся по стандарту на свёрла с усиленным коническим хвостовиком. Принимаем  $L_p = 165$  мм, общую длину  $L = 285$  мм. Все конструктивные размеры конуса принимаем по ГОСТ 2847-67, а допуски на них по ГОСТ 2848-67. Затем определяем элементы режущей части сверла.

Шаг винтовых канавок подсчитаем по формуле:

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\operatorname{tg} \omega} = \frac{3,14 \cdot 26}{30^\circ} = 141,4 \text{ мм}$$

Диаметр сердцевины у режущей части сверла  $d$  принимаем равным  $0,15 \times D = 0,15 \times 26 = 3,9$  мм. Увеличение диаметра сердцевины к хвостовику сверла по стандарту берём в пределах 1,4...1,8 мм на 100 мм длины рабочей части.

Диаметр сверла  $D_1$  по спинке за ленточкой принимаем равным  $D_1 = D - 2 \times 0,55 = 26 - 1,1 = 24,9$  мм

Ширину ленточки принимаем равной 1,35 мм. [12]

Определяем ширину пера сверла по формуле:

$$B = 0,58 \cdot D = 0,58 \cdot 26 = 15,1 \text{ мм.}$$

## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Тема выпускной квалификационной работы: «Разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни поворотного стола».

### 5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.

В данном разделе приводится наименование технических устройств, которые были каким-то образом изменены и отличаются от базового техпроцесса, приводятся наименование измененных технологических операций, наименование должности работника предприятия, выполняющего функции по реализации операции, приводятся технологические средства и оборудование, а также материалы, используемые на операциях. [19]

Таблица 5.1 - Технологический паспорт объекта.

№ п/п	Технологическое устройство	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Обработка центровых отверстий, подрезка торцов	Операция 010 Центровально-подрезная	Оператор станка с ЧПУ	Центровально-подрезной полуавтомат с ЧПУ модели 2Б932ПМФ2	Сталь 19ХГН; Т15К6, Р6М5; СОЖ Укринол-1
2	Точение чистовое	Операция 030 Токарная чистовая с ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ САМАТ-400ХС; токарный поводковый патрон	Сталь 19ХГН; Т15К6; СОЖ Укринол-1

## 5.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.

В данном разделе приводится наименование модернизированных технологических операций технического объекта из таблицы 5.1, наименование опасных и вредных производственных факторов, согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ, наименование используемого производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, материалов, веществ, которые являются источником опасного и вредного производственного фактора, нормативная техническая документация. [19]

Таблица 5.2 – Идентификация профессиональных рисков.

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного или вредного производственного фактора
1	Операция 010 Центровально-подрезная	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Опасность поражения электрическим током. 3) В связи с использование СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Центровально-подрезной полуавтомат с ЧПУ модели 2Б932ПМФ2
2	Операция 030 Токарная чистовая с ЧПУ	1) Повышенный уровень шума на рабочем месте. 2) Опасность поражения электрическим током. 3) В связи с использованием	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC

Продолжение табл. 5.2

		СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	
--	--	---	--

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.

В данном разделе подобраны используемые организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, или полного устранения опасного и вредного производственного фактора.

Таблица 5.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов (уже реализованных и дополнительно или альтернативно предлагаемых для реализации в рамках бакалаврской работы).

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Оператор станка находится на удалении от станка и производит только загрузку-выгрузку обработанных деталей и заготовок.	Наушники защитные. Костюм хлопчато-бумажный или вискозно-лавсановый
2	Опасность поражения электрическим током	Ограждение и электрическое заземление оборудования	Костюм и брюки хлопчато-бумажные или вискозно-лавсановый; ботинки кожаные; рукавицы хлопчатобумажные.

Продолжение табл. 5.3

3	В связи с использованием СОЖ повышенная загазованность на рабочем месте.	Оператор станка должен быть одет в респиратор.	Респиратор фильтрующий
---	--	--	------------------------

5.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).

В данном разделе проводится идентификация потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара с разработкой технических средств и организационных методов по обеспечению и улучшению пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов с указанием реализующиеся пожаробезопасных характеристик произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации. [19]

5.4.1 Идентификация опасных факторов пожара.

Таблица 5.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара.

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	Цех механической обработки	Центровально-подрезной полуавтомат с ЧПУ модели 2Б932ПМФ2; токарный станок с ЧПУ SAMAT-400ХС	Е	1) тепловой поток; 2) пламя и искры; 3) снижение видимости в дыму; 4) пониженная концентрация кислорода в задымленных пространственных зонах.	1) вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного

Продолжение табл. 5.4

					имущества; 2) образующиеся в процессе пожара части разрушившихся производственного и инженерно-технического оборудования.
--	--	--	--	--	--

5.4.2. Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта.

Таблица 5.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установившиеся системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механический и немеханический)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение.
Огнетушители, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы	Пожарные гидранты	Автоматизированные средства пожароповещения	Напорные пожарные рукава, гидранты	Респираторы, противогазы	Лопаты, ломы, ведра	Автоматические датчики и извещатели

5.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара.

Таблица 5.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности.

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Центровально-подрезной полуавтомат с ЧПУ модели 2Б932ПМФ2	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.
Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Проведение инструктажа по пожарной безопасности. Применение автоматических приборов оповещения. Контроль правильной эксплуатации оборудования.	Запрет на курение и на применение открытого огня в цехе. Применение средств автоматического оповещения и пожаротушения в цехе.

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.

В данном разделе проводится идентификация негативных (вредных, опасных) экологических факторов, возникающих при реализации технологического процесса, и возникающих при эксплуатации проектируемого производственно-технического объекта и возникающих при утилизации производственно-технологических отходов и брака. Разрабатываются конкретные технические и организационно-технические

мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду производимым данным техническим объектом в процессе его производства, технической эксплуатации и конечной утилизации по завершению его жизненного цикла. [19]

Таблица 5.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта.

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Обработка центровых отверстий и подрезка торцов	Центровально-подрезной полуавтомат с ЧПУ модели 2Б932ПМФ2	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ а почву. Возможно попадание стружки в почву.
Точение чистовое	Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC	Газ от испарения СОЖ	Использованная СОЖ	Возможно попадание использованной СОЖ в почву. Возможно попадание стружки в почву.



Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

Таблица 5.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Обработка центровых отверстий и подрезка тоцов, точение чистовое
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение герметичной камеры на центrovально-подрезном станке с ЧПУ. Применение герметичной камеры на токарном станке с ЧПУ.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение централизованного сбора и утилизации стружки.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение на предприятии хранения и регулярности утилизации отходов. Возможность использования стружки для производства новых заготовок.

#### 5.6 Заключение.

В результате выполненной работы нами проанализированы ОВПФ разработанного технического объекта. Спроектирован перечень необходимых мероприятий и средств для осуществления бесперебойной безопасной работы персонала на участке механической обработки. Разработаны мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта.

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в работе технических решений.

Рассмотрим предлагаемые совершенствования на предмет экономической обоснованности внедрения изменений в ТП изготовления детали. Подробная информация, касающаяся технологического процесса, рассмотрена в предыдущих разделах, поэтому считаем необходимым указать только отличия между вариантами процесса изготовления детали.

### Базовый вариант.

Операция 0190 и 200 – На торцекруглошлифовальном станке 3Т151ВФ3 производится шлифование торца 10 и шейки 9 кругом 1-25А32НС1 V6, на черновой операции и 1-25А25НС1 V6 на чистовой операции.

### Проектный вариант.

На торцекруглошлифовальном станке 3Т151ВФ3 производится контактно-эрозионное шлифование шейки 9 и торца 10 импрегрированным кругом 25А32НС2 V6 с напылением меди на черновой операции и 25А25НС1 V6 с напылением меди на чистовой операции.

Представленные изменения позволяют сократить вспомогательное время выполнения операций с 0,91 и 0,87 минут до 0,62 и 0,58 минут соответственно. Благодаря этим изменениям достигли снижения и общей трудоемкости выполнения всей операции с 1,40 и 1,34 минут до 0,95 и 0,89 минут соответственно.

Учитывая описанные изменения, осуществим экономические расчеты, которые позволят сделать обоснованное заключение о целесообразности внедрения данного процесса.

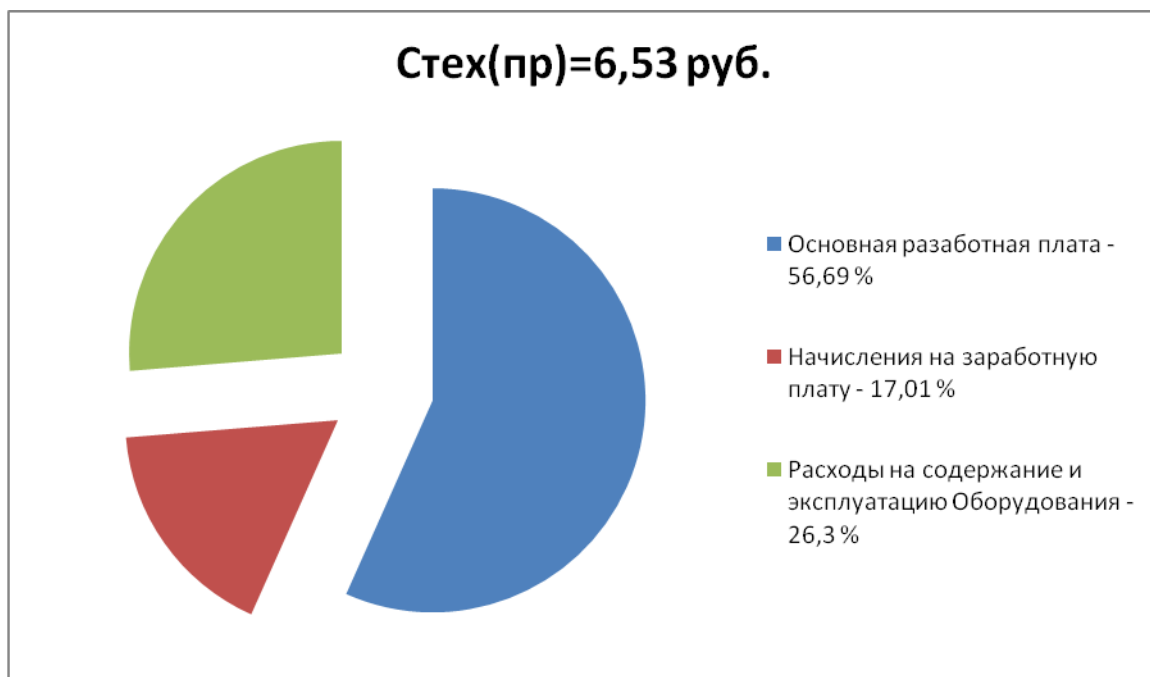


Рис. 6.1. Структура технологической себестоимости выполнения операций 190 и 200

Представив краткое описание предлагаемых изменений, возникает необходимость рассчитать капитальные вложения в проектируемый вариант технологического процесса. Используя методику расчета капитальных вложений [20] мы определили данную величину, которая составляет  $K_{ВВ.ПР} = 399131,5$  руб. Эти денежные средства потребуются нам на приобретение нового инструмента, объемов незавершенного производства и затрат, связанных с проектированием технологического процесса.

Учитывая то, что метод получения заготовки и ее материал по вариантам не изменились, поэтому расчет технологической себестоимости будем осуществлять без затрат на материал, т.к. эти значения существенного влияния на конечный результат не оказывают.

На базе полученных данных и с применением методики составления калькуляции полной себестоимости [20] мы рассчитываем ее значения для выполнения операции 190 и 200.

$$П_{Р.ОЖ} = Э_{УГ} = (C_{ПОЛ.ГАЗ} - C_{ПОЛ.ПР}) \cdot П_{Г} = (63,72 - 49,94) \cdot 5000 = 68877,7 \text{ руб.} \quad (6.1)$$

$$Н_{ПРИБ} = П_{Р.ОЖ} \cdot K_{НАЛ} = 68877,7 \cdot 0,2 = 13775,5 \text{ руб.} \quad (6.2)$$

$$P_{P.ЧИСТ} = P_{P.ОЖ} - H_{ПРИБ} = 68877,7 - 13775,5 = 55102,2 \text{ руб.} \quad (6.3)$$

$$K_{ВВ.ПР} = Z_{ПР} + K_{И} = 37776,8 \text{ руб.} \quad (6.4)$$

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{37776,8}{55102,2} + 1 = 1,69 \quad (6.5)$$

$$D_{ОБЩ.ДИСК} = P_{P.ЧИСТ.ДИСК}(T) = 55102,2 \cdot (0,833 + 0,694 \cdot T) = 84141,0 \text{ руб} \quad (6.6)$$

$$Э_{ИНТ} = ЧДД = D_{ОБЩ.ДИСК} - K_{ВВ.ПР} = 84141 - 37776,8 = 46364,2 \text{ руб.} \quad (6.7)$$

$$ИД = \frac{D_{ОБЩ.ДИСК}}{K_{ВВ.ПР}} = \frac{84141}{37776,8} = 2,23 \text{ руб./руб.} \quad (6.8)$$

Предложенные совершенствования технологического процесса изготовления вала-шестерни, позволяют сократить трудоемкость и получить дополнительную прибыль в размере 55102,2 руб. Капитальные вложения составят 37776,8 руб. Экономический эффект от внедрения – 46364,2 руб., что позволяет сделать вывод об эффективности работы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проделанной работы нами был спроектирован технологический процесс изготовления вала-шестерни привода поворотного стола. Выполнено оснащение техпроцесса современными технологическими средствами.

Разработаны карты наладок на токарную и круглошлифовальную операции.

В работе спроектировано усовершенствованное зажимное устройство – тиски гидрозажимные.

Разработана конструкция режущего инструмента – сверло спиральное с износостойким покрытием. Техпроцесс сопровождается технологической документацией.

Экономический эффект от внедрения предлагаемых новшеств в базовый техпроцесс составляет 46364,2 руб. Срок окупаемости – 2 года.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
2. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
3. Козлов, А.А. Кузьмич, И.В. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 «Технология машиностроения» / сост. А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 152 с.
4. ГОСТ 7505 – 89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
5. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
6. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. – 12 с.
7. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с.
8. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. - 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. - 456 с.
9. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

10. Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.
11. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.
12. Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.
13. Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.
14. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.
15. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.
16. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
17. Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.
18. Вороненко, В.П. Проектирование машиностроительного производства : учеб. для вузов / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. - 3-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Дрофа, 2007. - 380 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 378-380.

19. Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.
20. Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005. – 39 с.



## ПРИЛОЖЕНИЯ

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
Разраб.	Синькевич																
Пров.	Логинов																
ТГУ																	
Вал-шестерня																	
Н. Контр.																	
М01	Сталь 19ХГН ТУ 14-1-2252-90																
М02	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры				КД	МЗ				
	-	166	2,57	1			16	Ø58,8×229,4				1	4,0				
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
А01	XX. XX. XX 010 4269 Центровально-подрезная ИОТ ХХХ																
Б02	381661 Центровально-подрезной п/а 2Б932ПМФ2 1 18235 322 1 1 1 1 1 118 1 23 1,72																
О03	Сверлить два центровых отверстия ø10,5. Подрезать торцы в размер l=224±0,25. Сверлить 2 отв-ия выдерж. разм. ø26±0,2 ø10 ±0,2																
О04	Расточить 2 отв-ия выдерж. разм. ø27,6 <sup>+0,092</sup> / <sub>+0,040</sub> , ø 11,5 <sup>+0,075</sup> / <sub>+0,032</sub> , внутренние канавки ø 47 <sub>-0,25</sub> , ø 16 <sub>-0,25</sub> и центр. фаски 3×45°.																
Т05	396131 Тиски самоцентрирующие. 39280 Сверло спиральное ГОСТ 25524-82. 391303 Сверло центровочное ø10,5 ГОСТ 25524-82.																
Т06	392104 Резец расточной Т5К10 ГОСТ 20874-85. 392104 Резец канавочный Т14К8 ГОСТ 19056-80.																
Т07	393120 Пробка предельная для контроля ø 27,6 <sup>+0,092</sup> / <sub>+0,040</sub> , ø 11,5 <sup>+0,075</sup> / <sub>+0,032</sub> 394300 Прибор для контроля осевых размеров.																
А08	XX. XX. XX 020 4110 Токарная ИОТ ХХХ																
Б09	311101 Токарный с ЧПУ САМАТ-400ХС 1 18217 322 1 1 1 1 1 118 1 20 1,0																
О10	Точить поверхность выдерж. разм. ø 54,6 <sup>-0,1</sup> / <sub>-0,4</sub> . Точить торец выдерж. разм. 29,4 <sub>-0,21</sub>																
Т11	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;																

<i>T12</i>	<i>Резец проходной T5K10 ГОСТ 21151-85. Резец подрезной T15K6 ГОСТ18870-85; Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80</i>
<i>МК</i>	

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
<i>A</i>	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
<i>B</i>	Код, наименование оборудования					CM	Проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
A01	XX. XX. XX			030	4110 Токарная	ИОТ XXX										
B02	311101 Токарный с ЧПУ SAMAT-400XC					1	18217	322	1	1	1	1	118	1	20	1,69
O01	Точить поверхность выдерж. разм. $\phi 50,6_{-0,3}$ , $\phi 36_{-0,25}$ . Точить торец выдерж. разм. $l=81_{-0,35}$ , и $l=131_{-0,4}$															
T02	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;															
T03	Резец проходной T5K10 ГОСТ 21151-85. Резец подрезной T15K6 ГОСТ18870-85; Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80															
A04	XX. XX. XX			040	4110 Токарная	ИОТ XXX										
B05	311101 Токарный с ЧПУ SAMAT-400XC					1	18217	322	1	1	1	1	118	1	20	0,95
O06	Точить поверхность выдерж. разм. $\phi 54_{-0,2}^{-0,1}$ . Точить торец выдерж. разм. $l=29,7_{-0,13}$ . Точить канавку $\phi 29,5_{-0,13}$ и фаску $3 \times 45^\circ$ .															
T07	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;															
T08	Резец проходной T5K10 ГОСТ 21151-85. Резец подрезной T15K6 ГОСТ18870-85; Резец канавочный T14K6 ГОСТ 19056-80.															
T09	Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80															
A10	XX. XX. XX			050	4110 Токарная	ИОТ XXX										
B11	311101 Токарный с ЧПУ SAMAT-400XC					1	18217	322	1	1	1	1	118	1	20	0,98

О12	<i>Точить поверхность выдерж. разм. <math>\phi 50,3_{-0,16}</math>. Точить канавку выдерж. разм. <math>\phi 475_{-0,25}</math> и фаску <math>3 \times 45^\circ</math>.</i>
Т13	<i>396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;</i>
Т14	<i>Резец проходной Т5К10 ГОСТ 21151-85. Резец подрезной Т15К6 ГОСТ18870-85; Резец канавочный Т14К6 ГОСТ 19056-80.</i>
МК	

Дубл.																	
Взам.																	
Подп.																	
<i>A</i>	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа										
<i>B</i>	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
T01	Штангенциркуль ШЦ 1-1000-01 ГОСТ 166-80																
A02	XX. XX. XX		060	4153	Зубофрезерная		ИОТ ХХХ										
B03	381367	Зубофрезерный		53В10В4	1	12287	322	1	1	1	1	118	1	14	1,69		
O04	Фрезеровать зубчатый венец $m=2 D_o=\varnothing 50,35_{-0,074}$																
T05	391810 фреза червячная Р6М5 ГОСТ 9324-80. 393450 Биенимер Б-10М ГОСТ 1643-72																
A06	XX. XX. XX.		070	5181	Цементация		ИОТ ХХХ										
B07	Установка ТВЧ																
T08	Цементировать на глубину 0,5...0,8 мм, не калиТЬ																
A09	XX. XX. XX.		080	5124	Термическая		ИОТ ХХХ										
B10	Электропечь карусельная																
T11	Нормализовать при температуре $890 \pm 10^\circ$ , выдержать 120 мин, охлаждение на воздухе																
A12	XX. XX. XX.		090	4143	Центрошлифовальная		ИОТ ХХХ										

Б13	381521 Центрошлифовальный 3923	1	18873	322	1	1	1	1	118	1	8	0,27
О14	Шлифовать фаски 3×45°											
МК												

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
<i>A</i>	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции			Обозначение документа							
<i>B</i>	Код, наименование оборудования				CM	Проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОП	Kшт	Тпз.	Тшт.
T1	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T02	398110 Головка шлифовальная ГОСТ 2447-82;														
A03	XX. XX. XX.	100	4132	Внутришлифовальная	ИОТ ХХХ										
B04	381521	Внутришлифовальный с ЧПУ 3M225BФ2			1	18873	322	1	1	1	1	118	1	9	0,48
O05	Шлифовать поверхность выдерж. разм. $\phi 11,72^{+0,059}_{+0,032}$ .														
T06	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T07	398110 Шлифовальный круг AW6×10 24A 25H CT1 6K ГОСТ 2447-82; 393120 Пробка предельная														
A08	XX. XX. XX.	110	4132	Внутришлифовальная	ИОТ ХХХ										
B09	381521	Внутришлифовальный с ЧПУ 3M225BФ2			1	18873	322	1	1	1	1	118	1	9	0,57
O10	Шлифовать поверхность выдерж. разм. $\phi 27,82^{+0,073}_{+0,040}$ .														
T11	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T12	398110 Шлифовальный круг AW20×30 24A 25H CT1 6K ГОСТ 2447-82; 393120 Пробка предельная														



А13	<i>XX. XX. XX. 120 4131 Торцекруглошлифовальная ИОТ ХХХ</i>												
Б14	<i>381311 Торцекруглошлифовальный с ЧПУ 3Т151ВФ3 1 18873 322 1 1 1 1 118 1 10 0,47</i>												
МК													



<i>T13</i>	<i>396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;</i>
<i>T14</i>	<i>298130 Резец долбежный; 393120 Концевые меры длины</i>
<i>МК</i>	

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
<i>A</i>	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа								
<i>B</i>	Код, наименование оборудования				CM	Проф.	P	УТ	KP	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
A01	XX. XX. XX.			150	4175 Долбёжная										
B02	381368 Долбёжная 7401				1	11868	322	1	1	1	1	118	1	15	1,37
O03	Долбить шпоночный паз выдерж. разм. $B = \begin{matrix} +0,018 \\ -0,018 \end{matrix}$ , $l = 31,3^{+0.2}$														
T04	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T05	298130 Резец долбёжный; 393120 Концевые меры длины														
A06	160				Термическая										
B07	Установка ТВЧ														
08	Закалка 42...45 HRC														
A09	170				Термическая										
B10	Электропечь карусельная														
11	Отпуск для снятия внутренних напряжений														
A12	XX. XX. XX.			180	4143 Центрошлифовальная		ИОТ ХХХ								
B13	381521 Центрошлифовальный 3923				1	18873	322	1	1	1	1	118	1	8	0,27

014	Шлифовать фаски $3 \times 45^\circ$
МК	

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
<i>A</i>	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции				Обозначение документа						
<i>B</i>	Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
T01	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T02	398110 Головка шлифовальная ГОСТ 2447-82;														
A03	XX. XX. XX.	190	4131	Торцевкруглошлифовальная ИОТ ХХХ											
B04	381311	Торцевкруглошлифовальный с ЧПУ 3Т151ВФ3			1	18873	322	1	1	1	1	118	1	10	0,39
O05	Шлифовать поверхность выдерж. разм. Ø30 <sup>+0,023</sup> / <sub>+0,002</sub> и торец l=30 <sub>-0,084</sub>														
T06	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T07	298110 Круг шлиф-ый 3П350×30×203 25А 25Н С2 6К импрегрирован медью ГОСТ 2424-83 ; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;														
T08	393120 Приспособление для контроля торцового биения 0,015														
A09	XX. XX. XX.	200	4131	Круглошлифовальная ИОТ ХХХ											
B10	381311	Круглошлифовальный с ЧПУ 3М153Ф3			1	18873	322	1	1	1	1	118	1	10	0,67
O11	Шлифовать поверхность выдерж. разм. Ø50 <sup>+0,027</sup> / <sub>+0,002</sub>														
T12	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;														
T13	298110 Круг шлиф-ый 3П600×40×305 25А 25Н С2 6К импрегрирован медью ГОСТ 2424-83; 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;														

<i>A14</i>	<i>XX. XX. XX. 210 4132 Внутришлифовальная ИОТ ХХХ</i>
<i>МК</i>	

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
<i>A</i>	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа										
<i>B</i>	Код, наименование оборудования					CM	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б01	381521	Внутришлифовальный с ЧПУ 3М225ВФ2				1	18873	322	1	1	1	1	118	1	9	0,45
О02	Шлифовать поверхность выдерж. разм. $\varnothing 12^{+0,050}_{+0,032}$ .															
Т03	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;															
Т04	398110 Шлифовальный круг АW6×10 24А 25Н С2 6К ГОСТ 2447-82; 393120 Пробка предельная															
А05	XX. XX. XX.	220	4132 Внутришлифовальная			ИОТ ХХХ										
Б06	381521	Внутришлифовальный с ЧПУ 3М225ВФ2				1	18873	322	1	1	1	1	118	1	9	0,53
О07	Шлифовать поверхность выдерж. разм. $\varnothing 28,1^{+0,061}_{+0,040}$ .															
Т08	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;															
Т09	398110 Шлифовальный круг АW20×30 24А 25Н С2 6К ГОСТ 2447-82; 393120 Пробка предельная															
А10	XX. XX. XX.	230	4151 Зубошлифовальная			ИОТ ХХХ										
Б11	381561	Зубошлифовальный 5М841Ф11				1	18873	322	1	1	1	1	118	1	14	0,93
О12	Шлифовать зубчатый венец $m=2 Dd.=\varnothing 50_{-0,025}$															
Т13	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; 396171 Центр вращающийся ГОСТ 8742-75;															



Т14	<i>398110 Шлифовальный круг по ГОСТ 2424-75; 393440 БиенимерБ10-М, 393450 Нормалимер ГОСТ 1643-72</i>
МК	

Дубл.															
Взам.															
Подп.															
A	цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа									
B	Код, наименование оборудования				CM	Проф.	P	УТ	KP	KOИД	EH	ОП	Kшт	Тпз.	Тшт.
A01	XX. XX. XX.			240	4131 Полировальная	ИОТ ХХХ									
B02	381311	Полировальный ДШ-111А			1	18873	322	1	1	1	1	118	1	10	0,41
O03	Полировать поверхность выдерж. разм. $\varnothing 50^{+0,018}_{+0,002}$ на длину $l=35_{-0,3}$ , $\varnothing 30^{+0,015}_{+0,002}$														
T04	398110 Полировальный круг по ГОСТ 13344-79, 393410 Микрометр Мк-50 ГОСТ 6507-78;														
A05	XX. XX. XX.			250	Моечная										
B06	Проходная моечная машина														
07	Очистка поверхностей детали														
A08	XX. XX. XX.			260	Контрольная										
B09	Контрольный стол														
O10	Контролировать диаметры, форму, соосность опорных шеек														
T11	Контролировать визуально, клеймить согласно карте контроля.														

<i>MK</i>	